ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dévitrification du verre.* Note [1] de M. **P. Villard.**

On sait que le travail du verre au chalumeau provoque souvent une dévitrification plus ou moins tardive, parfois impossible à éviter. Elle est avec certains verres (Bohême pour tubes à analyses par exemple) tellement précoce et rapide que la plupart des opérations de soufflage deviennent impraticables.

On admet volontiers qu'il s'agit du phénomène découvert en 1727 par Réaumur : le verre, chauffé longtemps jusqu'au début du ramollissement, perd sa transparence (porcelaine de Réaumur), sa composition globale restant invariable. J'indiquerai plus loin ce qu'il y a de commun entre ces deux effets, mais, au premier examen, des différences profondes apparaissent :

1° La porcelaine de Réaumur ne s'obtient qu'à des températures bien inférieures à celles qui conviennent au soufflage.

2° C'est toujours la surface *extérieure* du tube ou de l'ampoule que l'on travaille qui se dévitrifie, et jamais la surface intérieure.

3° Si l'on chauffe par exemple un tube, et qu'aussitôt la dévitrification commencée on le déplace un peu dans le sens de sa longueur, la région ainsi amenée dans la zone externe de la flamme se repolit généralement. On peut également chauffer ce tube presque tangentiellement, en le tournant sur lui-même pour uniformiser la température ; la surface corrodée, ainsi exposée périodiquement à l'air, se répare fréquemment;

---

(1) Séance du 25 mars 1929.

tout au moins cet artifice retarde beaucoup la dévitrification; il l'empêche souvent de se produire. On obtient encore le même résultat en travaillant à l'extrême pointe d'une flamme très aérée, semblable à celle qui conviendrait pour souffler du cristal sans le noircir par réduction.

D'une manière générale, à une même température définie pour chaque verre par les exigences du soufflage, on peut, en modifiant le régime et le mode d'emploi du chalumeau, supprimer souvent toute altération, ou, au contraire, dépolir rapidement des verres habituellement considérés comme presque inaltérables.

4° Des verres ayant une tendance excessive à la dévitrification peuvent, sans que celle-ci se produise, être chauffés pendant des heures dans une résistance électrique, ou encore avec une flamme, mais en protégeant le tube chauffé au moyen d'un tube de fer, autrement dit en ne mettant le verre en contact qu'avec de l'air. Ces procédés permettent aussi de réparer facilement un tube antérieurement dépoli par le chalumeau.

Le phénomène découvert par Réaumur ne saurait expliquer ces effets inverses; il est au contraire évident que c'est la flamme du chalumeau qui provoque la dévitrification. Dans le but d'analyser cette action, on peut faire passer successivement, dans un tube chauffé, les divers gaz de cette flamme (gaz d'éclairage, air, hydrogène, anhydride carbonique etc.). On constate alors ceci :

Aux températures convenant pour le soufflage (entre 750° et 950°C.) *aucun des gaz de la flamme n'attaque le verre;* si même le tube en expérience a été corrodé intérieurement comme il sera dit plus loin, tous ces gaz le ramènent à l'état primitif. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, la vapeur d'eau est, à cet égard, particulièrement efficace.

Mais si, dans ce même tube, on fait passer de l'hydrogène auquel on ajoute une trace d'oxygène (environ 1 pour 100) on voit apparaître, à l'endroit chauffé, un anneau faiblement lumineux en jaune (lumière du sodium) et l'intérieur du tube se corrode aussitôt au niveau de cet anneau, ainsi qu'un peu en aval; on observe, en même temps, les deux phénomènes suivants :

1° Si l'on allume l'hydrogène à l'extrémité du tube, munie d'un ajutage en platine pour que la flamme ne soit pas en contact avec le verre, qui la colorerait, on constate qu'aussitôt l'oxygène admis et l'anneau lumineux formé, cette flamme se colore vivement, redevenant incolore dès qu'on supprime l'oxygène. Il en est de même si l'on maintient constamment l'addition d'oxygène et qu'on chauffe le tube pour faire apparaître l'anneau, ou qu'on le laisse refroidir jusqu'à extinction de celui-ci.

2° Si l'on s'éclaire uniquement avec la lumière du sodium, l'intérieur du tube paraît *noir* depuis l'anneau luminescent jusqu'à une distance en aval

qui peut atteindre 15cm avec un courant gazeux de 1m par seconde. Sous une épaisseur de 5mm seulement, le gaz intérieur est presque opaque pour la flamme d'un bec Méker sur la grille duquel on a déposé quelques perles de verre, et ne laisse voir cette flamme qu'avec une teinte violacée, comme au travers d'encre un peu diluée.

Il paraît ainsi certain que du sodium a été mis en liberté; la réaction de Beketoff ($Na^2O + H = NaOH + Na$) ne semble pas ici applicable, l'hydrate de sodium ne pouvant subsister en présence de la silice, et l'on est conduit à admettre une réduction proprement dite. On peut chercher à expliquer le fait en considérant que, dans l'anneau luminescent, la combustion de l'oxygène produit localement une forte élévation de température capable d'entraîner un déplacement d'équilibre (1). Je pense qu'on peut interpréter autrement le rôle de cette surchauffe en s'aidant de l'observation suivante : dans un tube de Plücker à hydrogène, la partie capillaire se dépolit très vite. Or MM. Fabry et Buisson ont montré que le gaz intérieur est sensiblement à la température ambiante ; plus récemment, MM. Seeliger et Straehler ont trouvé +100°; le verre est donc ici attaqué par de l'hydrogène *froid*, mais dans lequel le courant électrique a libéré des atomes, et, comme l'un des effets d'une haute température est précisément de produire la même dissociation (Langmuir), il est permis de supposer que c'est l'hydrogène atomique qui dévitrifie le verre en réduisant le silicate de sodium, cette réaction n'offrant, dès lors, rien de surprenant.

A l'appui de cette interprétation, je citerai l'expérience suivante, bien qu'elle ne soit pas à l'abri de toute critique :

On fait passer de l'hydrogène pur dans un tube de verre sodique où sont disposés, dans un renflement, deux fils de platine traversant les parois, puis on chauffe, vers 800°, à 10cm ou 15cm en aval. Si l'on fait alors éclater entre les fils des étincelles *condensées*, le verre est corrodé dans la région chauffée, et la flamme, allumée à l'extrémité d'un tube de platine terminant l'appareil, se colore aussitôt. Cette coloration est toutefois moins intense qu'avec l'hydrogène oxygéné, sans doute par suite de la discontinuité d'action des étincelles; la corrosion est en même temps moins rapide, et le gaz opaque n'est pas observable. Dès que les étincelles cessent, la flamme se décolore,

---

(1) On peut, en effet, obtenir à peu près les mêmes résultats sans employer l'oxygène, en faisant passer simplement de l'hydrogène pur sur du verre sodique chauffé dans une nacelle à 1000° ou plus. Mais le verre étant alors presque fluide, il n'y a pas dévitrification.

et le verre corrodé se repolit. Dans cette expérience, à 10^{cm} des étincelles, la surchauffe ne peut être invoquée.

L'hydrogène, dans certaines conditions, peut donc enlever du sodium au verre; il peut aussi enlever du potassium, car la corrosion, ainsi que le rétablissement du poli, s'observent très facilement en faisant passer dans un tube de Bohême (potassique) de l'hydrogène additionné d'abord d'oxygène puis pur. Cette perte d'alcali, qui explique la coloration d'une flamme par une tige de verre, est superficielle, mais cependant assez grande pour qu'une perle de verre, posée sur la grille d'un bec Méker, ne donne plus, au bout d'une heure, qu'une coloration très faible.

C'est seulement ce changement de composition qui permet un rapprochement avec l'expérience de Réaumur; les recherches faites par Péligot sur du verre à bouteilles ont, en effet, établi que par chauffage prolongé au voisinage du ramollissement le verre se dédouble en deux composants inégalement fusibles, dont l'un, qui cristallise, a perdu 84 pour 100 du sodium primitif, que l'on retrouve dans l'autre composant (eau mère).

La dévitrification est donc la conséquence d'un appauvrissement du verre en alcalis, mais, tandis que dans le phénomène de Réaumur ce changement de teneur provient d'une liquation, avec le chalumeau, il s'agit d'une perte réelle par réduction. On peut d'ailleurs observer la liquation au chalumeau avec certains verres, en les chauffant juste assez pour les ramollir, et les étirant. On voit alors apparaître, dans la masse, une sorte de givre, qui disparaît si l'on chauffe davantage, et ceci montre qu'à la température de soufflage du verre, l'effet Réaumur n'existe plus ([1]).

On peut déduire de ce qui précède quelques indications sur la manière de travailler le verre sans l'altérer; il faut le chauffer dans des gaz aussi complètement brûlés que possible, et, dans ce but, tenir la pièce à la pointe d'une flamme bien aérée, en forme de fer de lance allongé, telle qu'on l'emploie pour le cristal. Pour chaque débit de gaz le diamètre de la tuyère doit être suffisant pour donner le vent nécessaire sans dépasser la vitesse compatible avec un régime régulier. Toute flamme en balai, à extrémité large et mal définie doit être proscrite. Avec le verre de Bohême, très dévitrifiable et peu fusible, il y a lieu d'ajouter à l'air un peu d'oxygène afin d'obtenir à la pointe de la flamme la température nécessaire (950° à 1000°) et l'on peut alors effectuer avec ce verre, sans le dévitrifier, toutes les opérations ordinaires du soufflage.

([1]) Certains verres, fabriqués depuis très longtemps, se dépolissent dès qu'on les chauffe, mais il ne s'agit pas d'une dévitrification; ce phénomène, dont l'explication est connue, consiste en une *décrépitation*, provenant de ce que ces verres ont absorbé de l'eau. Le poli se rétablit de lui-même à la température de ramollissement.

M. **Auguste Lumière**, par l'organe de M. E. Roux, fait hommage à l'Académie d'un volume intitulé *Le Cancer, maladie des cicatrices;* Préface de M. L. Bérard.

NOMINATIONS.

M. **Ch. Gravier** est délégué aux cérémonies qui auront lieu à Londres, le 29 avril 1929, à l'occasion du centenaire de la *Zoological Society*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Proceedings of the* Third Pan-Pacific Science Congress, *Tokyo*, October 30th-November 11th 1926, edited by the National Research Council of Japan.

2° Fritz Sarasin. *Ethnologie der Neu-Caledonier und Loyalty-Insulaner*, texte et atlas. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

GÉOMÉTRIE. — *Les trois points de vue dans l'étude des espaces non holonomes.* Note [1] de M. **G. Vranceanu**, transmise par M. Hadamard.

Dans une Note récente [2], M. Horak a montré qu'on retrouve le tenseur de courbure d'une variété non holonome, donné par M. Schouten, en transposant par parallélisme un vecteur (intérieur) au long d'un pentagone infinitésimal. J'ai appliqué déjà cette méthode du pentagone (dans ma Communication au Congrès de Bologne) et j'ai retrouvé mon tenseur de

(1) Séance du 25 mars 1929.

(2) Cf. Z. Horak, *Sur la courbure des variétés non holonomes* (*Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1273).

courbure $\lambda_{hk,er}$ [1], lequel est différent de celui de M. Schouten. La différence des résultats provient du fait, que le point de vue adopté par M. Schouten dans l'étude des espaces non holonomes diffère du mien, et je vais montrer ici comment on peut se rendre compte d'une manière très simple de ces deux points de vue et encore du point de vue de M. Hadamard.

Supposons que dans une variété riemannienne V_n, ayant comme coordonnées les variables $x^1, \ldots, x^n$, nous avons un système de Pfaff,

$$(1) \qquad \sum_{a=1}^{n} c'_{\alpha a}\, dx^{a} = 0 \qquad (\alpha = m+1, \ldots, n),$$

en général non complètement intégrable. La variété V_n, liée par les équations (1), s'appelle une variation non holonome V_n^m. Pour préciser complètement les propriétés qui nous intéressent de cette variété, une hypothèse ultérieure est nécessaire.

En effet, supposons pour le moment que le système (1) est complètement intégrable. On sait que, en ce cas, en effectuant une transformation convenable des variables x, on peut donner aux systèmes (1) la forme simple

$$(2) \qquad dx^{\alpha} = 0 \qquad (a = m+1, \ldots, n).$$

En écrivant, en ce cas, la métrique de la V_n de la façon suivante :

$$(3) \qquad ds^2 = \sum_{ij=1}^{m} a_{ij}\, dx^i\, dx^j + 2\sum_{i=1}^{m}\sum_{\alpha=m+1}^{n} a_{i\alpha}\, dx^i\, dx^{\alpha} + \sum_{\alpha\beta=m+1}^{n} a_{\alpha\beta}\, dx^{\alpha}\, dx^{\beta},$$

on voit immédiatement que les variétés intégrales du système (2) forment dans la V_n une famille de ∞^{n-m} variétés riemanniennes V_m, ayant comme métriques la première sommatoire de la formule (3).

On sait qu'on peut se poser relativement à cette famille de variétés riemanniennes, les deux problèmes suivants :

1° Trouver les propriétés intrinsèques de chaque variété V_m de la famille. Il est évident que ces propriétés ne dépendent pas du tout des coefficients $a_{i\alpha}$, $a_{\alpha\beta}$ ($i \leqq m$, α, $\beta \gamma m$) de la métrique (3) de V_n. On peut exprimer ce fait en disant que les propriétés intrinsèques de la famille restent les mêmes, si l'on considère la famille plongée dans une autre

---

[1] Voir G. Vranceanu, *Sur quelques tenseurs* (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 995 [formule (6)].

variété V_n, dont la métrique s'obtient de (3), *en y ajoutant une forme linéaire par rapport aux premiers membres des équations* (2), *ayant comme coefficients des formes linéaires quelconques en tous les dx.*

2° Trouver non seulement les propriétés intrinsèques, mais aussi les propriétés rigidement liées à la V_n. En ce cas la métrique (3) est un invariant du problème.

A ces deux problèmes on peut en ajouter un autre, intermédiaire mais non moins important, à savoir :

3° Déterminer les propriétés de la famille qui sont communes non seulement à la V_n, mais aussi à toutes les V_n dont la métrique se déduit de (3) *en y ajoutant une forme quadratique quelconque des premiers membres des équations* (2). En ce cas, on remarque tout de suite que si l'on choisit les variables $x^i (i \leq m)$ orthogonales aux $x^\alpha (\alpha > m)$, pour avoir $A i\alpha = 0$, elles restent orthogonales pour toutes les V_n de cette classe. Nous connaissons déjà une propriété de cette nature (et dans un travail ultérieur j'en donne d'autres); c'est celle donnée par les conditions de Hadamard-Bompiani, pour que les V_m soient dans V_n des variétés totalement géodésiques([1]).

En effet, ces conditions exigent (dans le cas $a_{i\alpha} = 0$), que les $a_{ij} (i, j \leq m)$ soient indépendants des x^α, et si ces conditions sont remplies pour la V_n, elles sont remplies pour toutes les V_n de la même classe.

Il s'agit de poser ces trois problèmes dans le cas où le système (1) n'est pas complètement intégrable. Le premier problème a été déjà posé il y a 30 ans, pour le cas mécanique d'un système non holonome, par M. Hadamard ([2]), en faisant voir que les trajectoires du système sans forces, qui sont encore les géodésiques de la variété non holonome correspondante, *ne restent pas les mêmes*, si l'on varie la force vive du système par une forme linéaire quelconque dans les premiers membres des équations de non-holonomie.

Le second problème, celui pour lequel la métrique de V_n est un invariant, a été considéré par MM. Schouten, Synge ([3]), et Horak, tandis que j'ai considéré le troisième problème (à vrai dire, j'ai considéré un problème équivalent à ceci et précisément la géométrie d'un groupe de transformations de congruences), dans lequel la métrique de la V_n peut être variée par une

---

([1]) Voir E. Bompiani, *Spazi riemanniani...* (*Rend. dei Lincei*, 5e série, 33, 1922, p. 14).

([2]) Voir P. Appell, *Les mouvements de roulement...* (*Scientia*, Gauthier-Villars, p. 47).

([3]) Cf. J. L. Synge, *Geodesica in non holonomic geometry* (*Mathematische Annalen*, 99, 1928, p. 738).

forme quadratique quelconque dans les premiers membres des équations de non-holonomie (1).

Il est à remarquer que, non seulement les géodésiques, mais aussi d'autres propriétés géométriques remarquables (parallélisme, courbure, etc.) ne sont plus des invariants pour le premier problème, dès que le système (1) n'est pas complètement intégrable; mais elles sont des invariants pour le troisième problème.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la solution du problème de Dirichlet pour les équations linéaires.* Note de M. **Georges Giraud**.

La proposition, énoncée dans une Note récente ([1]), sur l'existence d'une certaine *solution élémentaire* $G(X, \Xi)$ de certaines équations linéaires n'est pas actuellement démontrée d'une façon aussi générale que j'avais cru pouvoir le dire : il n'est pas certain que $G(X, \Xi)$ ne peut pas manquer dans des cas exceptionnels, mais son existence est certaine si $c < 0$ dans tout l'espace; relativement à Ξ, l'équation adjointe est satisfaite si c, les dérivées des b_α et les dérivées secondes des $a_{\alpha,\beta}$ sont continus (L).

Cela suffit pour démontrer, sans hypothèse sur le signe de c, le théorème sur la solubilité du problème de Dirichlet quand on est sûr que le problème à donnée nulle n'a que la solution zéro. Pour cela, on prolonge les coefficients hors de $\mathcal{D}$ comme il a été dit (ce qui exige des conditions de régularité) et l'on introduit les fonctions θ_α. Puis on fait choix d'une fonction $\chi(X)$ continue (L), nulle dès que X est assez loin de O, et telle que les coefficients de u dans $\mathcal{F}(u) - \chi u$ et dans $\mathcal{G}(u) - \chi u$ soient partout négatifs, et l'on introduit la solution élémentaire $G(X, \Xi)$ de $\mathcal{F}(u) = \chi u$. Soient maintenant dV_A et dS_A les éléments de domaines d'intégration à m et à $m-1$ dimensions, et posons

$$c_\alpha(A)\, dS_A = (-1)^{(m-1)(\alpha-1)} d(a_{\alpha+1}, \ldots, a_{\alpha-1}),$$
$$\Theta[u(X)] = \Sigma_\alpha c_\alpha(X)\Theta_\alpha[u(X)], \qquad Z[u(X)] = \Sigma_\alpha c_\alpha(X) Z_\alpha[u(X)];$$

convenons que si u est remplacé par une fonction de deux points, Θ porte sur le premier point et Z sur le second. Soit encore

$$G_2(X, \Xi) = G(X, \Xi) + \lambda \int^{(m)} G(X, A)\chi(A) G(A, \Xi)\, dV_A,$$

([1]) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 765; les notations y sont expliquées.

les intégrales d'ordre m étant étendues à tout l'espace. Nous posons, en vue du problème de Dirichlet pour $\mathcal{F}$,

$$u(X) = -\lambda \int^{(m)} G(X, A)\rho(A)\,dV_A - 2\lambda \int_{\varphi}^{(m-1)} Z[G_2(X, A)]\sigma(A)\,dS_A;$$

nous avons, pour déterminer ρ et σ, un système de Fredholm analogue à un système déjà considéré [1]; le champ d'intégration infini ne cause ici aucune difficulté. D'autre part, pour trouver une solution de $\mathcal{G}(v) = 0$ régulière hors de $\mathcal{D}$ et telle que, sur $\mathcal{S}$, $Z(v)$ prenne des valeurs données (problème de Neumann), nous posons

$$v(X) = -2\lambda \int^{(m)} G(A, X)\chi(A)\rho'(A)\,dV_A - 2\lambda \int_{\varphi}^{(m-1)} G_2(A, X)\,\sigma'(A)\,dS_A,$$

nous avons pour ρ' et σ' un système de Fredholm qu'une combinaison des équations de chaque système montre être le système associé au premier. Dès lors la démonstration classique montre que le problème de Dirichlet relatif à $\mathcal{G}$ est toujours possible; on établit alors l'existence d'une fonction de Green, puis la solubilité du problème relatif à $\mathcal{F}$.

Supposons maintenant que le problème de Dirichlet à donnée nulle ait au moins une solution non nulle. Les systèmes de Fredholm homogènes ont des solutions non nulles. Considérons celui qui traduit le problème de Neumann extérieur pour $\mathcal{F}$, $\Theta(u)$ devant être nul sur $\mathcal{S}$: u est nul hors de $\mathcal{D}$ mais les intégrales qui le représentent, représentent dans $\mathcal{D}$ une solution non nulle du problème de Dirichlet à donnée nulle, et l'on démontre qu'on obtient ainsi toutes les solutions de ce problème. Enfin si v représente une solution quelconque du problème de Dirichlet à donnée nulle pour $\mathcal{G}$, on démontre que le problème de Dirichlet pour $\mathcal{F}$ n'est possible que si

$$\int^{(m-1)} u Z(v)\,dS = 0$$

et l'ensemble de ces conditions est suffisant : le système de Fredholm correspondant livre une solution, et l'on en déduit la solution générale.

---

[1] *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 498. Le lecteur est prié de ne pas tenir compte de l'affirmation que la continuité des dérivées secondes des valeurs données sur $\mathcal{S}$ suffit à assurer la continuité des dérivées secondes de u, ni (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 632) de l'affirmation analogue pour les dérivées d'ordre quelconque des solutions des équations non linéaires. Dans la proposition III de cette dernière Note, le paramètre t peut figurer dans l'équation.

En résumé, moyennant certaines conditions de régularité, cette méthode nous donne la solution complète du problème de Dirichlet pour les équations linéaires, même dans le cas d'un domaine à plusieurs contours.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution approchée des équations intégrales linéaires.* Note [1] de M. **Krawtchouk**, transmise par M. Hadamard.

Si la fonction $y(x)$ est la solution unique de l'équation

$$L[y] = y(x) - \int_0^1 K(x, \xi) y(\xi) d\xi = f(x),$$

on a les théorèmes suivants :

1. *La somme*

$$y_m = a_0 + a_1 \cos \pi x + \ldots + a_m \cos m\pi x$$

définie par les équations

$$(1) \qquad \int_0^1 L[y_m] \cos k\pi x \, dx = \int_0^1 f \cos k\pi x \, dx \qquad (k = 0, 1, \ldots, m),$$

vérifie l'égalité

$$(2) \qquad \int_0^x y \, dx = \lim_{m=\infty} \int_0^x y_m \, dx.$$

2. *Dans le cas où la dérivée* $y^{(1+\delta)}$ $(\delta > 0)$ *existe, on a de plus*

$$(3) \qquad y = \lim_{m=\infty} y_m.$$

En introduisant les notations

$$u_m = y_m - y, \qquad \eta_m(x) = \int_0^1 K(x, \xi) u_m(\xi) d\xi,$$

on déduit des égalités (1)

$$(4) \qquad \int_0^1 L[u_m] \cos k\pi x \, dx = 0 \qquad (k = 0, 1, \ldots, m),$$

$$(5) \qquad \int_0^1 L[u_m](L[u_m] + \varepsilon_m + \eta_m) \, dx = 0 \qquad \left(\lim_{m=\infty} \int_0^1 \varepsilon_m^2 \, dx = 0\right),$$

[1] Séance du 25 mars 1929.

et de (5) on tire

(6) $$\int_0^1 L^2[u_m]\,dx \leq 2\int_0^1 (\varepsilon_m^2 + \eta_m^2)\,dx.$$

D'autre part, la formule

(7) $$u_m(x) = \int_0^1 \Gamma(x, \xi)\,L[u_m(\xi)]\,d\xi + L[u_m(x)],$$

où Γ est le noyau résolvant de notre équation, donne à l'aide des égalités (4) et (6)

(8) $$\left\{\begin{aligned} &\eta_m^2 = \left[\int_0^1 \gamma_m(\xi)\,L[u_m(\xi)]\,d\xi\right]^2 \leq 2\int_0^1 \gamma_m^2\,d\xi \int_0^1 (\varepsilon_m^2 + \eta_m^2)\,d\xi \\ &\qquad\left(\lim_{m=\infty}\int_0^1 \gamma_m^2\,d\xi = 0\right).\end{aligned}\right.$$

Les formules (8) et (6) démontrant que les nombres

$$\eta_m^2 : \int_0^1 \varepsilon_m^2\,dx \qquad \text{et} \qquad \int_0^1 L^2[u_m]\,dx : \int_0^1 \varepsilon_m^2\,dx$$

sont bornés, on tire de (7) le théorème 1 sous la forme suivante :

(9) $$\left|\int_0^x u_m\,dx\right| < P_m\sqrt{\int_0^1 \varepsilon_m^2\,dx},$$

où P_m est une fonction bornée de m.

Sous les conditions du théorème 2, on peut satisfaire à l'égalité

$$\sqrt{\int_0^1 \varepsilon_m^2\,dx} = m^{-1}\omega^2(m) \qquad \left(\lim_{n=\infty}\omega(m) = 0\right).$$

Alors pour $h = m^{-1}\omega(m)$ on tire de (7) :

$$\left|\frac{1}{h}\int_x^{x+h} u_m\,dx\right| < 2P_m\omega(m),$$

ce qui donne la conclusion (3) sous la forme

$$|y(x) - y_m(x)| < Q_m\omega(m),$$

où Q_m est une fonction bornée de m.

La généralisation aux sommes

$$y_m = a_0\varphi_0 + a_1\varphi_1 + \ldots + a_m\varphi_m,$$

où les fonctions $\varphi_i(x)$ forment un système quelconque fermé, est immédiate. On parvient aux mêmes conclusions, si l'on prend, au lieu de (1), la condition

$$\int_0^1 L^2[u_m]\,dx = \min.$$

de la méthode des moindres carrés de M. N. Kryloff.

Les considérations analogues sur les équations différentielles linéaires se trouvent dans ma Note antérieure (*Comptes rendus*, 187, p. 411). Quelques détails concernant les erreurs des approximations ainsi que l'application aux systèmes des équations différentielles sont développés dans ma Communication au Congrès International des Mathématiciens (Bologne, septembre 1928) et dans deux articles ukrainiens (voir *Annales de l'Institut polytechnique de Kiew*, 1928, fasc. 1, et *Communications de la Société mathématique de Charkoff*, 1929, sous presse).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques formes mixtes de la représentation finie d'une fonction continue arbitraire.* Note de Mlle **Nina Bary**, présentée par M. Hadamard.

J'ai indiqué ([1]) que toute fonction continue peut être représentée sous la forme d'une somme de trois superpositions (au plus) de deux fonctions absolument continues

$$\mathcal{F}(x) = f_1[\varphi_1(x)] + f_2[\varphi_2(x)] + f_3[\varphi_3(x)],$$

et d'ailleurs il existe une infinité de fonctions continues qui ne peuvent pas être représentées au moyen d'un nombre plus petit de composantes de cette espèce.

La question se pose alors de savoir s'il est possible d'avoir une représentation *plus simple* en renonçant à la condition de continuité absolue et en admettant les fonctions continues *à variation bornée*. En particulier, est-il possible de représenter chaque fonction continue $\mathcal{F}(x)$ comme une superposition de plusieurs fonctions à variation bornée de manière à avoir

$$\mathcal{F}(x) = F[\Phi(x)], \qquad \text{ou bien} \qquad \mathcal{F}(x) = \Psi\{F[\Phi(x)]\}, \qquad \ldots.$$

Le but de cette Note est de considérer deux formes de représentation des

([1]) *Sur la structure analytique d'une fonction continue arbitraire* (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1414).

fonctions continues, ces formes pouvant être regardées comme intermédiaires dans la voie de la recherche d'une solution complète de la question posée. ces formes dérivent des deux transformations suivantes des fonctions continues :

I. *Chaque fonction continue* $\mathcal{F}(x)$ *peut être transformée en une fonction presque partout dérivable par une déformation continue et croissante de l'axe des* x.

Donc, étant donnée une fonction $\mathcal{F}(x)$ continue quelconque, on peut trouver une fonction continue et croissante $\varphi(x)$ telle que la superposition $\mathcal{F}[\varphi(x)]$ ait une dérivée presque partout dans son domaine de définition.

Or, toute fonction presque partout dérivable étant la somme de deux superpositions au plus de deux fonctions absolument continues [1], on obtient le résultat suivant :

THÉORÈME. — *Toute fonction continue* $\mathcal{F}(x)$ *peut être représentée sous la forme*

$$\mathcal{F}(x) = F_1[\varphi_1(x)] + F_2[\varphi_2(x)],$$

les F_i *et* φ_i *étant continues et à variation bornée.*

Ainsi en admettant les fonctions à variation bornée, on voit qu'il suffit d'écrire *deux* composantes $F_i[\varphi_i(x)]$ au lieu des trois qui étaient nécessaires pour représenter une fonction continue arbitraire au moyen de fonctions absolument continues.

II. *Chaque fonction continue* $\mathcal{F}(x)$ *peut être transformée en une fonction presque partout dérivable par une déformation continue et croissante de l'axe des* y.

Donc, étant donnée une fonction continue quelconque $y = \mathcal{F}(x)$, on peut trouver une fonction continue et croissante $g(y)$ telle que la superposition $g[\mathcal{F}(x)]$ ait une dérivée presque partout dans son domaine de définition.

Il résulte de ce qui précède la proposition suivante :

THÉORÈME. — *Toute fonction continue* $\mathcal{F}(x)$ *peut être représentée sous la forme*

$$\mathcal{F}(x) = \Psi\{f_1[\varphi_1(x)] + f_2[\varphi_2(x)]\},$$

où Ψ *est une fonction continue croissante,* f_i *et* φ_i *étant absolument continues.*

D'ailleurs, dans le cas général, Ψ étant à variation bornée n'est pas abso-

---

[1] *Loc. cit.*, remarque (3) de la page 1415.

lument continue puisqu'on peut démontrer qu'une fonction continue arbitraire ne peut pas être composée de *cinq* fonctions absolument continues quelle que soit la façon de les combiner au moyen des opérations d'addition et de superposition.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Problème fondamental de la théorie des fonctions dans la classe des matrices, satisfaisant à des systèmes d'équations différentielles à coefficients rationnels.* Note (1) de M. **J.-A. Lappo-Danilevski**, transmise par M. Hadamard.

Nous avons établi dans notre Note précédente (2) que la matrice intégrale $Y(x)$ d'un système à coefficients rationnels

$$\frac{dY}{dx} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{r=1}^{s} \frac{YU_j^{(r)}}{(x-a_j)^r}, \tag{1}$$

se réduisant à I pour $x = b$, peut être mise sous la forme

$$Y(x) = E_j(x)\bar{Y}_j(x),$$

où les matrices $\bar{Y}_j(x)$ et $\bar{Y}_j(x)^{-1}$ restent holomorphes au voisinage du point a_j et où la matrice $E_j(x)$ satisfait au système auxiliaire

$$\frac{dE_j}{dx} = \sum_{r=1}^{s} \frac{E_j W_j^{(r)}}{(x-a_j)^r}.$$

Le type de la singularité de la matrice $Y(x)$ au point a_j se trouve d'ailleurs complètement caractérisé par les s substitutions caractéristiques $W_j^{(1)}, \ldots, W_j^{(s)}$, comme celui de la matrice élémentaire $E_j(x)$. On arrive ainsi au problème inverse, *sur la construction d'une matrice* $Y(x)$, *satisfaisant à un système de la forme* (1), *se réduisant à* I *pour* $x = b$ *et possédant les singularités d'un type donné, c'est-à-dire possédant les substitutions caractéristiques données* $W_j^{(1)}, \ldots, W_j^{(s)}$ *aux points donnés* a_j ($j = 1, \ldots, m$). Ce problème peut être traité comme une certaine généralisation du problème classique de Riemann. Nous avons vu (2) que les substitutions caractéristiques $W_j^{(r)}$ sont des fonctions holomorphes des substitutions différentielles $U_j^{(r)}$ au voisi-

(1) Séance du 25 mars 1929.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 848.

nage du système des substitutions nulles

$$(2) \qquad W_j^{(r)} = \sum_{\nu=1}^{\infty} \sum_{j_1 \ldots j_\nu}^{(1 \ldots m)} \sum_{r_1 \ldots r_\nu}^{(1 \ldots s)} U_{j_1}^{(r_1)} \ldots U_{j_\nu}^{(r_\nu)} Q_j^{(r)}(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} | b)$$

$$(j = 1, \ldots, m;\ r = 1, \ldots, s).$$

Par suite, si les substitutions caractéristiques sont données dans le voisinage indiqué, la résolution algorithmique du problème considéré est fournie par l'inversion des ms séries (2). Il en résulte qu'il existe un système unique de ms substitutions $U_j^{(r)}$, satisfaisant aux conditions suivantes :

1° Les substitutions $U_j^{(r)}$ sont des fonctions holomorphes des substitutions $W_j^{(r)}$ au voisinage du système des substitutions nulles

$$(3) \qquad U_j^{(r)} = \sum_{\nu=1}^{\infty} \sum_{j_1 \ldots j_\nu}^{(1 \ldots m)} \sum_{r_1 \ldots r_\nu}^{(1 \ldots s)} W_{j_1}^{(r_1)} \ldots W_{j_\nu}^{(r_\nu)} R_j^{(r)}(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} | b)$$

$$(j = 1, \ldots, m;\ r = 1, \ldots, s);$$

2° La matrice intégrale $Y(x)$ du système (1), se réduisant à I pour $x = b$, possède les substitutions caractéristiques $W_j^{(1)}, \ldots, W_j^{(s)}$ aux points a_j $(j = 1, \ldots, m)$. Les coefficients des développements (3) se trouvent d'ailleurs définis par les relations de récurrence

$$R_j^{(r)}(a_{j_1}^{r_1} | b) = 1, \quad \text{si } j_1 = j, \quad r_1 = r; \qquad R_j^{(r)}(a_{j_1}^{r_1} | b) = 0 \quad \text{en tous autres cas};$$

$$R_j^{(r)}(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} | b)$$

$$= - \sum_{\mu=2}^{\nu} \sum_{h_1 \ldots h_\mu}^{1 \ldots m} \sum_{q_1 \ldots q_\mu}^{(1 \ldots s)} \sum_{1 \leqq x_1 < \ldots < x_{\mu-1} < \nu} R_{h_1}^{(q_1)}\left(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_{x_1}}^{r_{x_1}} \middle| b\right) \ldots R_{h_\mu}^{(q_\mu)}\left(a_{j_{x_{\mu-1}+1}}^{r_{x_{\mu-1}+1}} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} \middle| b\right) Q_j^{(r)}(a_{h_1}^{q_1} \ldots a_{h_\mu}^{q_\mu} | b).$$

En substituant les séries (3) dans la représentation générale de la matrice $Y(x)$ satisfaisant au système (1) et se réduisant à I pour $x = b$ [1], on obtient la matrice cherchée sous forme d'une fonction holomorphe des substitutions caractéristiques dans un voisinage du système des substitutions nulles :

$$(4) \qquad Y(x) = I + \sum_{\nu=1}^{\infty} \sum_{j_1 \ldots j_\nu}^{(1 \ldots m)} \sum_{r_1 \ldots r_\nu}^{(1 \ldots s)} W_{j_1}^{(r_1)} \ldots W_{j_\nu}^{(r_\nu)} K_b(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} | x),$$

---

[1] Voir notre Note précédente (*loc. cit.*).

où

$$K_b(a_{j_1}^{r_1}\ldots a_{j_\nu}^{r_\nu}\,|\,x)$$
$$=\sum_{\mu=1}^{\nu}\sum_{h_1\ldots h_\mu}^{(1\ldots m)}\sum_{q_1\ldots q_\mu}^{(1\ldots s)}\sum_{1\leq x_1<\ldots<x_{\mu-1}<\nu} R_{h_1}^{(q_1)}(a_{j_1}^{r_1}\ldots a_{j_{x_1}}^{r_{x_1}}\,|\,b)\ldots R_{h_\mu}^{(q_\mu)}\left(a_{j_{x_{\mu-1}+1}}^{r_{x_{\mu-1}+1}}\ldots a_{j_\nu}^{r_\nu}\,|\,b\right)L_b(a_{h_1}^{q_1}\ldots a_{h_\mu}^{q_\mu}\,|\,x).$$

Cette représentation est valable dans tout domaine fini du plan de la variable x, ne contenant aucun des points $a_1, \ldots, a_m$. Si les substitutions $W_j^{(r)}$ forment un système commutatif, on a les représentations finies :

$$U_j^{(x)}=W_j^{(r)},$$

$$Y(x)=\prod_{j=1}^{m}\left(\frac{x-a_j}{b-a_j}\right)^{W_j^{(1)}} e^{-\sum_{r=2}^{s} W_j^{(r)}\frac{1}{r-1}\left[\frac{1}{(x-a_j)^{r-1}}-\frac{1}{(b-a_j)^{r-1}}\right]}.$$

L'expression (4) fournit en même temps des solutions du problème classique de Riemann concernant la construction d'une matrice qui satisfait au système (1), et qui subit les substitutions intégrales données V_j, quand la variable x décrit les circuits, entourant les points singuliers donnés $a_j (j=1, \ldots, m)$, pourvu que les substitutions V_j soient dans le voisinage du système des substitutions identiques. En effet, en vertu de la relation

$$V_j=e^{2\pi i W_j^{(1)}} \quad (^1),$$

il suffit de poser

$$W_j^{(1)}=\frac{1}{2\pi i}\log V_j=\sum_{\nu=1}^{\infty}\frac{(-1)^{\nu}}{\nu}(V_j-I)^{\nu},$$

les substitutions $W_j^{(2)}, \ldots, W_j^{(s)}$ restant arbitraires.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la définition approchée de l'énergie cinétique relative d'un liquide remplissant un vase tournant.* Note (²) de M. **Benjamin Meisel.**

Imaginons un liquide incompressible remplissant entièrement un vase tournant simplement connexe ; le vase est cylindrique et les génératrices

---

(¹) Voir notre Note précédente (*loc. cit.*).

(²) Séance du 2 avril 1929.

sont parallèles à l'axe fixe autour duquel le vase tourne. La hauteur du vase est égale à l'unité.

Soient : ψ, la fonction du courant du mouvement relatif plane ; ω, la vitesse angulaire de rotation ; w_x et w_y, les composantes de la vitesse relative. Alors on a

$$(1) \qquad \Delta_2\psi + 2\omega = 0, \qquad w_x = -\frac{\partial\psi}{\partial y}, \qquad w_y = \frac{\partial\psi}{\partial x}.$$

Soient : T, l'énergie cinétique *relative* ; ρ, la densité du liquide ; S, la section transversale du vase ; L, le contour de cette section.

On a

$$2\mathrm{T} = \rho\int_{(\mathrm{S})}\left[\left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)^2\right] d\mathrm{S}$$

ou

$$(2) \qquad 2\mathrm{T} = -\rho\int_{(\mathrm{S})}\psi\,\Delta_2\psi\, d\mathrm{S} + \rho\int\psi\frac{d\psi}{dn}\,d\mathrm{L}.$$

Sur le contour L,

$$\psi_{\mathrm{L}} = \text{const.};$$

prenons

$$(3) \qquad \psi_{\mathrm{L}} = 0.$$

Les équations (1), (2), (3) nous donnent

$$(4) \qquad \mathrm{T} = \rho\omega\int_{(\mathrm{S})}\psi\, d\mathrm{S}.$$

Imaginons alors un corps cylindrique tordu, de la même section transversale S. Soient : Φ, la fonction de l'effort ; G, le coefficient de glissement ; τ, la torsion. Nous aurons

$$(5) \qquad \begin{cases} \Delta_2\Phi + 2\mathrm{G}\tau = 0, \\ \Phi_{\mathrm{L}} = 0, \end{cases}$$

et pour le moment de torsion $\mathfrak{M}$, d'après l'équation approchée de Saint-Venant, on a (J_p étant le moment polaire central d'inertie)

$$(6) \qquad \mathfrak{M} = 2\int_{(\mathrm{S})}\Phi\, d\mathrm{S} = \mathrm{G}\tau\frac{\mathrm{S}^4}{4\pi^2\mathrm{J}_p}.$$

D'après les équations (1), (3), (6), en prenant $\omega = \mathrm{G}\tau$, on obtient

$$(\mathrm{A}) \qquad \mathrm{T} = \rho\omega^2\frac{\mathrm{S}^4}{8\pi^2\mathrm{J}_p}.$$

Cette simple équation définit immédiatement l'énergie cinétique relative. L'équation (A) est approchée car l'équation de Saint-Venant est approchée.

L'énergie T, d'après l'équation (A), est indépendante de la position du vecteur ω de la rotation angulaire, ce qui était à prévoir, car le mouvement relatif est invariant pour tous les axes de rotation parallèles [1].

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur le phénomène de Compton et son inverse.* Note [2] de M. E. **Sevin**, présentée par M. d'Ocagne.

Le phénomène de Compton. — Après avoir exposé, par des voies purement ondulatoires et sans recours aux quanta, le mécanisme de la diffusion des rayons X sans changement de fréquence, l'effet photo-électrique et le spectre X continu [3], il nous reste à montrer comment doit être interprété le phénomène de Compton.

Quand une radiation X de fréquence ν' rencontre un électron libre, elle provoque la vibration propre de celui-ci par rapport à l'éther $\left(\text{de fréquence } N = \frac{1}{\tau} = \frac{1,23 \times 10^{20}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\right)$. Nous allons montrer qu'un régime stable sera établi et, par conséquent, que l'électron pourra absorber et diffuser de l'énergie d'une façon régulière, quand celui-ci aura pris, dans la direction de la radiation X, une vitesse $\vec{v}$ bien déterminée; la loi du phénomène de Compton en résultera immédiatement.

Pour un observateur se déplaçant avec la vitesse de l'électron, la fréquence des rayons X est

$$\nu'_1 = \nu'\left(1 - \frac{v}{c}\right).$$

L'électron tendra à absorber de l'énergie quand les points d'inflexion de l'onde passeront près de lui, c'est-à-dire quand la vitesse du mouvement

(1) Benjamin Meisel, *Sur le mouvement relatif d'un liquide remplissant un vase tournant* (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1423).

(2) Séance du 2 avril 1929.

(3) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 911.

vibratoire de l'éther sera grande, et, au contraire, il tendra à en diffuser au voisinage des points d'élongation maxima. Les rapports de l'électron et de l'éther seront donc essentiellement variables, suivant la phase de la période $\frac{1}{\nu'_1}$.

Supposons qu'à un certain moment l'électron diffuse une onde élémentaire. Pour l'observateur accompagnant l'électron, elle correspond à une période

$$\tau_1 = \frac{\tau}{1 - \frac{v}{c}} = \frac{\tau_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{v}{c}},$$

de sorte que, pour obtenir la condition nécessaire et suffisante pour que le phénomène soit cohérent, il convient d'écrire que le chemin parcouru par l'électron, dans le temps $\frac{1}{\nu'_1}$, est égal à un nombre entier n de longueurs d'onde $c\tau_1$. Donc

$$\frac{v}{\nu'_1} = \frac{v}{\nu'\left(1 - \frac{v}{c}\right)} = \frac{nc\tau_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{v}{c}},$$

(1) $$\frac{v}{\nu'} = nc\tau_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Dans ces conditions, tout en avançant avec la vitesse $\vec{v}$, l'électron émettra une radiation de fréquence ν'_1 qui, observée dans une direction faisant un angle θ avec celle de la propagation, présentera, par effet Doppler-Fizeau, une fréquence

$$\nu'_\theta = \frac{\nu'_1}{1 - \frac{v}{c}\cos\theta} = \frac{\nu'}{1 + \frac{v}{c}(1 - \cos\theta)} = \frac{\nu'}{1 + 2\frac{v}{c}\sin^2\frac{\theta}{2}}.$$

D'où, par rapport à la radiation incidente, une variation de la longueur d'onde

$$\Delta l_\theta = 2\frac{v}{\nu'}\sin^2\frac{\theta}{2}$$

ou, en tenant compte de la relation (1) et de ce que $h = m_0 c^2 \tau_0$,

$$\Delta l_0 = 2nc\tau_0 \sin^2\frac{\theta}{2} = \frac{2nh}{m_0 c}\sin^2\frac{\theta}{2}.$$

C'est numériquement la loi de Compton-Debye, à condition de

prendre $n = 1$. On voit donc qu'en fait l'électron acquiert la vitesse minima compatible avec un régime stable et (1) montre que cette vitesse est, sensiblement, proportionnelle à la fréquence de la radiation incidente.

Toute perturbation, c'est-à-dire tout passage de l'électron près d'une particule, détruit le régime stable. Lorsque ce fait se produit, les énergies cinétique et vibratoire de l'électron sont libérées et, suivant les circonstances de la libération, on assiste à la formation de sphere-tracks ou de fish-tracks.

Le phénomène inverse. — Une radiation étant susceptible de mettre des électrons en mouvement, on doit pouvoir observer le phénomène inverse, dans lequel un flux d'électrons provoque la formation effective d'une radiation.

On sait que de remarquables expériences récentes ont permis de montrer qu'un tel flux peut être réfléchi et diffracté par les cristaux, expériences que l'on a interprétées en assimilant, suivant les idées de M. L. de Broglie, le flux à un train d'ondes de longueur d'onde $\frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v}$.

Or, d'après (1) la longueur d'onde de la radiation, évaluée en fonction de v, est

$$\frac{c}{\nu'} = \frac{c^2\tau_0}{v}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{h}{m_0 v}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}.$$

On retrouve la grandeur envisagée et il en résulte que le phénomène en cause prend bien naissance par un processus inverse de celui du phénomène de Compton. Dès lors, on voit, par exemple, que les électrons n'ont aucune difficulté à reconnaître la direction de la réflexion régulière : l'onde étant formée, dans cette direction, les électrons y sont entraînés par le mécanisme de l'effet Compton direct.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption des rubrènes.* Note (¹) de M. **Antoine Willemart**, transmise par M. Charles Moureu.

Le spectre d'absorption des rubrènes est une donnée d'un haut intérêt, non seulement en raison du rôle que joue la lumière dans l'oxydation réversible de ces corps, mais aussi, comme je vais le montrer, en raison des

(¹) Séance du 18 mars 1929.

renseignements que l'on en peut tirer concernant le problème qui m'occupe actuellement, c'est-à-dire le mécanisme de la formation des rubrènes en relation avec leur constitution.

1° Un fait très saillant ressort de l'examen du graphique ci-après (*fig.* 1), les trois rubrènes actuellement connus (rubrène, diméthylrubrène, dibenzorubrène) ont des spectres d'absorption tout à fait semblables. Non seulement les bandes sont en même nombre et semblablement disposées, mais elles ont encore *leurs maxima aux mêmes longueurs d'onde* 4650 Å, 4950 Å et 5300 Å; seule diffère l'intensité des pouvoirs absorbants.

On peut donc affirmer, en toute sécurité, que les trois groupements chromophores sont très analogues, et, en particulier, qu'ils ne peuvent pas différer les uns des autres par accolements de noyaux benzéniques, comme dans les schémas suivants, par exemple [1] :

et

En conséquence, les deux restes naphtaléniques que contient l'un des

---

[1] On sait, en effet, que tout accolement de noyaux benzéniques à un groupement chromophore *entraîne un déplacement des bandes d'absorption*, comme on peut le constater dans les exemples suivants :

CO / CO — Jaune intense.

CO / CO — Jaune clair.

CO / CO — Jaune pâle.

$>C=C<(C_6H_5)_2$ — Rouge.

$>C=C<(C_6H_5)_2$ — Orangé.

$>C=C<(C_6H_5)_2$ — Incolore.

$(C_6H_5)_2C=C<$ … $>C=C(C_6H_5)_2$ — Orangé.

$(C_6H_5)_2C=C<$ … $>C=C(C_6H_5)_2$ — Jaune.

$(C_6H_5)_2C=C<$ … $>C=C(C_6H_5)_2$ — Incolore.

rubrènes, le dibenzorubrène, ne peuvent pas faire partie intégrante du groupement chromophore et doivent se trouver en dehors de lui, comme simples substituants monovalents. Autrement le groupement chromophore différerait des deux autres par accolement de deux noyaux benzéniques, ce qui devrait

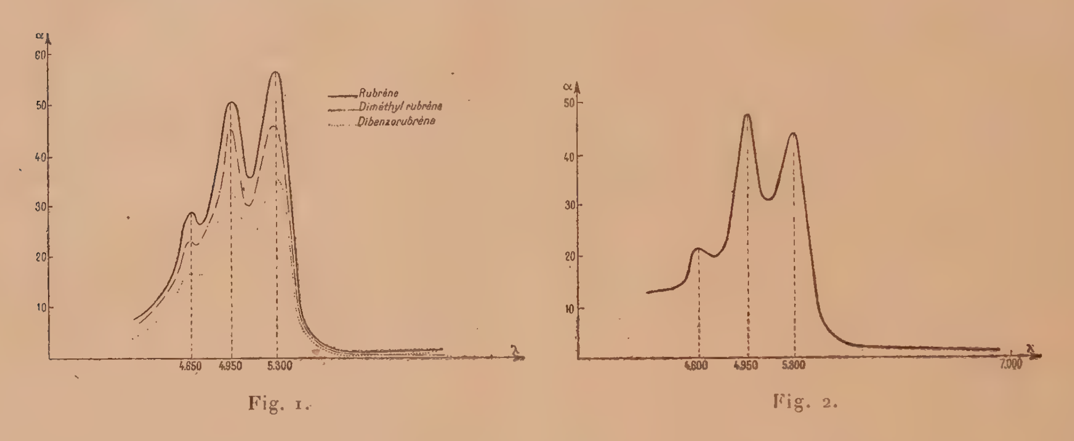


Fig. 1.

Fig. 2.

entraîner un déplacement des bandes d'absorption. Le mécanisme de formation des rubrènes devra donc aboutir, pour ce dibenzorubrène, à une formule remplissant cette condition. C'est précisément ce qui a lieu avec le mécanisme que j'ai proposé ([1]) et qui reçoit ainsi une nouvelle confirmation.

2° La spectrophotométrie, en dehors de l'utilisation qui vient d'en être faite, constitue un procédé d'investigation parfois fort commode dans l'étude des corps de la famille du rubrène. Je suis ainsi parvenu à démontrer la présence, dans un mélange complexe, d'un rubrène inconnu qui n'a pas encore pu être isolé des résines au milieu desquelles il prend naissance : il a suffi d'établir les courbes d'absorption avant et après photo-oxydation pour obtenir, à une constante près, la courbe d'absorption de l'hydrocarbure. Il est remarquable que les trois maxima d'absorption de ce rubrène inconnu se trouvent aux mêmes longueurs d'onde que ceux des rubrènes connus (voir *fig.* 2).

([1]) A. Willemart, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 385.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur l'action de l'hélium sur le platine.* Note de MM. **H. Damianovich** et **J.-J. Trillat**, présentée par M. M. de Broglie.

L'un de nous [1] a démontré que le produit de l'action de l'hélium sur le platine, sous l'influence d'une décharge électrique à basse pression, possède des propriétés nettement distinctes de celles du métal; en particulier, l'hélium est retenu assez énergiquement et dans des proportions notables. Il est évidemment d'un grand intérêt d'étudier systématiquement les propriétés physiques et chimiques de ce corps afin d'établir s'il s'agit d'une combinaison chimique ordinaire ou complexe, d'un composé d'adsorption, ou encore d'un ensemble de ces deux possibilités avec un excès du métal.

Dans ce but, nous avons effectué un examen au moyen des rayons X, par la méthode de Debye-Sherrer.

Méthode expérimentale. — La poudre est fixée sur une feuille de papier à cigarettes, à l'extrémité d'un collimateur de 1^{mm} de diamètre. Rayonnement utilisé K_α et K_β du cuivre (40000 volts, 10 milliampères; tension constante). Distance préparation-film : $2^{cm},5$. Pose : 3 heures.

Produits examinés. — L'étude spectrographique a porté sur les échantillons suivants :

a. Dépôt de platine obtenu avec une décharge alternative ($0^{cm},5$ d'étincelle). Pression initiale d'hélium, $3^{mm},5$. Pression finale, $2^{mm},5$. Absorption totale, 250^{mm^3} He.

Ce produit se présente sous forme de petites écailles brillantes, qui se détachent facilement du verre pendant la décharge dès que la pression arrive à une certaine limite, en donnant lieu à de petites étincelles jaunes dues à l'hélium. Un tel phénomène n'est jamais observé dans le cas du dépôt obtenu en présence d'air.

b. Dépôt obtenu avec une plus forte décharge (1^{cm} d'étincelle) et une température plus élevée. Le produit est caractérisé par une absorption d'hélium plus faible et un dégagement du gaz plus facile (par augmentation de la tension).

c. Dépôt obtenu dans les mêmes conditions que *a*, mais chauffé for-

---

[1] Damianovich, *L'inertie chimique des gaz rares : action de l'hélium sur le platine* (*Réunion Internationale de Chimie physique*, Paris, octobre 1928, et *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 790).

tement par l'électrode jusqu'à transformation du produit en platine ordinaire, qui se rassemble dans le fond du tube.

d. Dépôt obtenu de la même façon que *a*, mais en présence d'air. On y constate une forte absorption de gaz, mais l'aspect est très différent de celui présenté par *a*; la substance est très noire, adhère fortement au verre et ne présente pas le phénomène de projection de points brillants.

e. Platine métallique obtenu par chauffage de *d*.

Résultats obtenus. — Les diagrammes X présentent les particularités suivantes :

1° Tous les produits examinés sont microcristallisés, et donnent des anneaux de Debye-Sherrer. Il semble qu'une certaine quantité du dépôt existe aussi sous forme amorphe, mais sans qu'il soit possible de l'affirmer d'une façon certaine;

2° Les diagrammes des cinq substances ont une apparence identique, indiquant que la forme cristalline est la même pour toutes. Cependant, la mesure du diamètre des anneaux diffère légèrement suivant les cas; pour le Pt préparé en présence d'air, on observe une diminution du diamètre des anneaux, ce qui correspond à un agrandissement de la cellule élémentaire.

On observe également des différences dans la largeur des raies dans la proportion de 1 à 3, ce qui correspond à des variations assez considérables dans la dimension des cristaux. Le platine pur (*e*) possède les plus gros grains, puis vient le platine préparé en présence d'air (*d*), et enfin les dépôts obtenus en présence d'hélium, ceux-ci étant de l'ordre des dimensions colloïdales;

3° Enfin le dépôt (*a*) (He) présente en plus un anneau très fin, qui indique la formation en quantité appréciable d'un nouveau corps microcristallisé, et qui ne se retrouve dans aucune des autres préparations.

Sans vouloir à l'heure actuelle tirer de conclusions, on pourrait supposer que l'apparition de cette nouvelle raie est due, soit à une nouvelle forme du platine, soit à une combinaison hélium-platine. Cette dernière hypothèse serait susceptible de s'accorder avec les recherches effectuées antérieurement par l'un de nous, et qui montrent que l'hélium, contrairement à l'inertie qu'on lui attribue ordinairement, est susceptible d'entrer en réaction dans certaines conditions. Une grande partie du gaz resterait évidemment à l'état simplement adsorbé.

Quoi qu'il en soit, ce résultat important montre qu'il s'est produit une modification dans la poudre de platine étudiée. Nous nous proposons par la suite d'étudier les propriétés diverses des platines ainsi préparés (adsorption, catalyse, etc.), en relation avec les diagrammes de rayons X.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le relèvement du palier de la courbe de traction des métaux par traction et vieillissement.* Note [1] de M. GALIBOURG, présentée par M. L. Guillet.

J'ai entrepris l'étude des principaux facteurs dont dépend le phénomène du relèvement du palier de la courbe de traction par traction et vieillissement, phénomène signalé par Muir [2].

Cette Note résume les résultats de mes recherches sur l'influence de la durée et de la température de vieillissement.

Une série de barreaux a été découpée dans une même barre d'acier extra-doux recuit une demi-heure à 900° et possédant, sous cet état, une limite élastique apparente (palier) de 25^{kg} par millimètre carré et une charge de rupture (effort maximum) de 38^{kg},5 par millimètre carré.

Les allongements en cours de traction étaient enregistrés en fonction des efforts au moyen d'un extensomètre fixé sur le corps cylindrique de l'éprouvette et relié au tambour inscripteur de la machine.

Dans tous les essais la première traction a été arrêtée et la charge annulée quand cette charge a atteint 33^{kg} par millimètre carré. Des précautions ont été prises pour réaliser des vitesses de traction uniformes dans les essais.

La température de vieillissement entre la première et la deuxième traction a été maintenue :

Entre	12°,5	et	14°,5	dans une première	série d'essais
»	50°	»	53°	» deuxième	» »
»	175°	»	180°	» troisième	» »

TABLEAU I.

Charge maximum atteinte au cours de la première traction (33 kg/mm²).

Température de vieillissement.	Durée de séjour entre la 1re et la 2e traction (minutes).	Charge correspondant au palier de la 2e courbe de traction (kg/mm²). Observée.	Calculée.	Longueur du palier de la 2e courbe de traction de la longueur initiale entre repères.
12°,5-14°,5	0	33,0	33,0	0
	110	34,6	34,6	0,75
	410	36,4	36,32	2,45
	2880	38,0	38,0	2,25
	11730	38,4	38,37	1,75
	∞	–	38,5	–

(1) Séance du 2 avril 1929.

(2) MUIR, *On the recovery of iron from overstrain* (*Phil. Trans. Royal Soc. London*, A, 193, 1900, p. 1).

Température de vieillissement.	Durée de séjour entre la 1re et la 2e traction (minutes).	Charge correspondant au palier de la 2e courbe de traction (kg/mm²). Observée.	Calculée.	Longueur du palier de la 2e courbe de traction de la longueur initiale entre repères.
50°-53°	0	33	33	0
	4	35,9	35,2	2,5
	7	36,3	36	2,62
	14	37,4	37	2,5
	45	38,0	37,9	2,0
	70	38,4	38,4	1,75
	80	38,2	38,5	1,87
	140	38,5	38,7	1,65
	420	39	38,9	1,87
	∞	–	39	–
175°-180°	0	33	33	0
	3,20 s.	39	39	2,1
	10	39	39	2,25
	60	39	39	2,35
	570	39	39	2,45
	3090	39	39	2,6
	∞	–	39	–

Les courbes représentant la variation du relèvement du palier en fonction du temps sont des hyperboles de la forme $x = \frac{ay}{b-y}$, où x est la durée du vieillissement, y l'écart entre la charge à laquelle la première traction a été arrêtée et la charge correspondant au palier de la deuxième traction. a et b sont deux constantes dépendant des conditions de l'expérience. Dans le cas de l'acier étudié et dans les conditions de l'expérience, en comptant le temps x en minutes et le relèvement y en kilogrammes par millimètre carré, on peut prendre pour valeurs de a et b les nombres suivants :

TABLEAU II.

Température	12°,5-14°,5.	50°-53°.	175°-180°.
a	270	7	0
b	5,5	6	6

Dans le Tableau I, figurent à côté des résultats d'expérience les charges correspondant au palier de la deuxième traction calculée d'après la formule ci-dessus et d'après les valeurs des constantes tirées du Tableau II. Les écarts entre les valeurs calculées et les résultats des essais sont de l'ordre de la précision de l'essai de traction. Comme il fallait s'y attendre, le relè-

vement du palier est d'autant plus rapide que la température est plus élevée.

Dans le cas du vieillissement à 175-180°, la courbe est confondue avec les asymptotes ; au bout de 3 minutes 30 secondes, le relèvement maximum est réalisé.

Pour les essais effectués à 12°,5-14°,5 et à 50°-53°, la longueur du nouveau palier passe par un maximum. Bien que la mesure de ce palier ne soit pas précise, l'existence du maximum est certaine. Plusieurs contre-essais l'ont confirmée.

Au cours de l'étude générale que je poursuis, notamment sur l'influence de la nature du métal, j'ai observé le phénomène du relèvement du palier par traction et vieillissement dans le cas d'éprouvettes de nickel pur vieillies à 175°-180°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la dimension des éprouvettes dans les essais de viscosité des produits métallurgiques.* Note [1] de M. **J. Cournot**, présentée par M. Léon Guillet.

Dans ma dernière Note sur la viscosité des produits métallurgiques [2], j'avais laissé entrevoir, comme suite à quelques déterminations isolées, l'influence des dimensions des éprouvettes sur les valeurs *pratiques* des limites de viscosité. Les résultats ci-après permettent de se faire une première idée d'ensemble sur ce côté de la question.

J'ai opéré dans les mêmes conditions expérimentales que pour mes essais antérieurs ; j'ai seulement employé, en plus de l'appareil de viscosité proprement dit, déjà décrit, un régulateur automatique de température lequel a grandement facilité l'exécution des expériences et apporté en même temps une plus grande précision.

Les essais ont porté sur l'aluminium pur à 99,9 pour 100 et un duralumin commercial courant ; les éprouvettes étaient toujours des fils, dont les diamètres étaient : 1^{mm}, 2^{mm}, $2^{mm},5$, $2^{mm},8$. Le tout avait été préalablement recuit à 350°.

Le Tableau I donne les vitesses d'écoulement et le Tableau II les limites pratiques de viscosité obtenues.

---

(1) Séance du 2 avril 1929.

(2) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 661 ; **183**, 1926, p. 885 ; **185**, 1928, p. 650.

On voit bien que les dimensions d'éprouvette influencent très nettement les résultats de viscosité : la limite pratique de viscosité croît avec le diamètre de l'éprouvette; cette augmentation doit être extrêmement rapide avec les fils très fins pour lesquels les difficultés d'expérimentation sont très grandes; puis la croissance de la limite pratique s'atténue vite et semble bien tendre vers une valeur asymptotique.

Tableau I. — *Vitesses d'écoulement* V *en* 10^{-4} mm/heure, *obtenues pour les charges* C *en grammes.*

Aluminium.

Diamètre des fils (mm).	15°.		100°.		200°.	
	C.	V.	C.	V.	C.	V.
1,0	5000	0	2500	0	1000	6
	7000	11	3500	6	1500	16
	8000	18	4000	9	2500	38
	10000	37	5000	22	3000	66
2,0	5500	0	3000	0	1000	0
	7000	12	3800	4	2000	10
	8000	22	4500	17	2250	14
	9000	32	5000	28	3000	51
2,5	5750	0	3250	0	1250	0
	6000	5	4000	14	1500	2
	6700	15	4500	33	2000	10
	7000	22	5000	52	2500	20
2,8	5900	0	3400	0	1400	0
	6500	12	4000	13	2000	8
	7000	26	4500	30	2500	14
	7500	36	5000	44	3000	26

Duralumin.

Diamètre des fils (mm).	200°.		300°.		350°.	
	C.	V.	C.	V.	C.	V.
1,0	9000	0	2500	0	1000	1
	10000	3	3000	1	1500	8
	11000	10	4000	11	2500	18
	13000	33	5000	26,5	3000	25
2,0	10000	0	3500	0	1700	0
	11000	2,5	5000	14	2000	1
	13000	13	6000	27	3500	17,5
	14500	24,5	6500	38	5000	50

Diamètre des fils (mm).	200°. C.	200°. V.	300°. C.	300°. V.	350°. C.	350°. V.
2,5	–	–	4000	0	2200	0
			4500	4	3500	13
			5000	8	4000	20
					4250	25
			5500	14	4500	32
			6000	26	4900	47
2,8	–	–	4300	0	2500	0
			5000	7	3700	10
			5500	10,5	4250	22
			6000	20	4600	32

Il apparaît bien comme tout à fait normal, au point de vue pratique, que les pièces massives, présentant plus de cohésion que les pièces fines, soient moins atteintes par le phénomène d'écoulement visqueux

Les résultats obtenus montrent également que dans la région de croissance ralentie (dimensions d'éprouvettes supérieures à un certain minimum) de la limite pratique de viscosité en fonction du diamètre des éprouvettes, la température n'a que peu d'influence sur la vitesse de cette croissance; les courbes isothermes ont des pentes très voisines pour les mêmes dimensions d'éprouvettes.

TABLEAU II. — *Limites pratiques de viscosité* (en kg/mm²).

Nature des fils.	Diamètre. mm	Section. mm²	15°.	100°.	200°	300°.	350°.
Aluminium	1,0	0,79	5,6	2,7	0,7	–	–
	2,0	3,14	6,0	3,2	1,2	–	–
	2,5	4,91	6,2	3,5	1,45	–	–
	2,8	6,16	6,3	3,65	1,6	–	–
Duralumin	1,0	0,79	–	–	9,3	2,8	0,9
	2,0	3,14	–	–	10,3	3,8	1,9
	2,5	4,91	–	–	–	4,3	2,5
	2,8	6,16	–	–	–	4,6	2,8

Enfin la nature du produit a une influence très marquée : l'élévation de la limite pratique de viscosité pour des éprouvettes de plus en plus fortes est très nettement plus accentuée pour le duralumin que pour l'aluminium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de carbures acétyléniques à l'aide d'épidibromhydrines.* Note de MM. **Lespieau** et **Wiemann**, transmise par M. Moureu.

L'emploi de l'épidibromhydrine ordinaire pour arriver aux composés $CH^2 = CBr.CH^2R$ (1) a permis d'obtenir, tant en France qu'à l'étranger, un assez grand nombre de carbures mono- et diacétyléniques vrais. Nous nous sommes demandé ce que donneraient les épidibromhydrines que M. Bouis a obtenues en attaquant par la potasse les tribromures de la forme $CH^2Br.CHBr.CHBr.R$. Ces épidibromhydrines, traitées par la poudre de zinc, fournissent des carbures alléniques, ce qui conduit à les formuler de l'une des deux façons suivantes :

$$CH^2 = CBr.CHBr.R. \quad (I). \qquad CH^2Br.CBr = CH.R. \quad (II).$$

M. Bouis a adopté la première formule, arguant du fait qu'un bromure de ce genre doit avoir un point d'ébullition voisin de celui qu'il posséderait s'il avait 2^{at} d'hydrogène en plus. Or, avec R égal à C^2H^5, on a un point d'ébullition de 173°, alors que le bromure saturé correspondant à la forme (I) bout à 178°, et celui correspondant à la forme (II) à 184°. Mais cet argument se retourne contre lui, car de son propre aveu 173° est un point de décomposition (2); c'est donc sous pression réduite qu'il faut faire la comparaison; on trouve alors pour l'épidibromhydrine 75°-76° sous 12^{mm} d'après Bouis (72°-74° d'après nous), 68° pour le dibromo-1.2-pentane sous 12^{mm} d'après Kirrmann, et 60°,5-61° sous 14^{mm} d'après van Risseghem, pour l'isomère 2.3. De ce chef, la formule (II) paraît plus probable.

Et elle l'est encore plus si l'on tient compte du fait que M. Bouis a montré que les réactions devant donner les bromures $CH^2 = CH.CHBr.R$ ne fournissent que les isomères $CH^2Br.CH = CH - R$.

La réaction que nous projetions pourrait sembler devoir trancher la question; en faisant agir le magnésien CH^3MgBr sur l'épidibromhydrine en C^5, on devait obtenir un bromure éthylénique $C^6H^{11}Br$, et c'est bien ce que nous avons observé; mais à supposer que la réaction fût normale, ce

---

(1) Lespieau et Bourguel, *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1584.

(2) *Thèse de doctorat*, Paris, 1928, p. 36.

bromure, ainsi que le composé acétylénique qu'on en dériverait, serait vrai et ramifié si la formule de M. Bouis était exacte, bisubstitué et linéaire dans le cas contraire.

Seulement on pourrait s'attendre à des anomalies, car M. Prévost travaillant à nos côtés a établi que les bromures $CH^2.Br.CH = CH.R$ réagissant sur les magnésiens donnent à la fois le dérivé normal et celui que donnerait normalement le bromure $CH^2 = CH.CBr.R$.

Et en effet nous avons obtenu, tout en ayant évité l'emploi de réactifs isomérisants, tels que la potasse alcoolique, ou l'amidure de sodium, finalement un mélange de deux carbures acétyléniques, un vrai et ramifié, le méthyl-3-pentine-1, un autre substitué et linéaire, l'hexine γ, mais le premier en quantité très faible par rapport au second, environ cent fois moins, soit à peu près $0^g,2$ (il aurait pu passer inaperçu, et en tout cas serait resté non caractérisable, sans le nitrate d'argent alcoolique qui nous a donné un précipité analysable). Si donc il n'y a pas eu transposition presque totale lors de la réaction magnésienne, l'épidibromhydrine employée avait la formule (II).

Voici les principaux corps nouveaux préparés au cours de cette étude :

$CH^3.CH^2.CBr = CH.C^2H^5$ provenant de la réaction magnésienne. Ébullition 34° sous 16^{mm}. A 21°, densité 1,197; indice 1,459; d'où une réfraction moléculaire 37,23. Poids moléculaire cryoscopique, 168. Brome pour 100, 49,11.

$CH^3.CH^2.CBr^2.CHBr.C^2H^5$, obtenu en fixant du brome sur le précédent. Ébullition 105°-106° sous 9^{mm}. A 20°, densité 1,9434; indice 1,5508; réfraction moléculaire, 53,26. Cryoscopie 325. Brome pour 100, 74,01.

$CH^3.CH^2.CBr = CBr.C^2H^5$, dérivé du précédent par la soude alcoolique à froid. Ébullition 60°-61° sous 9^{mm}. Densité à 20°, 1,6128; indice 1,514; réfraction moléculaire, 45,17. Brome pour 100, 65,9.

$CH^3.CH^2.C \equiv C.CH^2.CH^3$, provenant de l'action de la poudre de zinc sur le précédent dans l'alcool. Fusion — 51°; ébullition 79°-80° sous 770^{mm}, ce qui correspond bien à un hexine γ, car l'α bout à 71°-72° et le β à 84°-85°.

Or, dans la série en C^7, ainsi qu'en celle en C^8, l'isomère γ bout plus haut que l'isomère α, mais plus bas que le β. Au reste, le carbure précipite le bichlorure de mercure, mais ne donne rien avec le nitrate d'argent et le chlorure cuivreux. On lui a trouvé à 20° : densité, 0,724; indice, 1,4115; réfraction moléculaire, 28,13. Cryoscopie acétique, 84,5; analyse : hydrogène, 11,82; carbone, 88,05.

$CH \equiv C.CH(CH^3).C^2H^5$ se trouvait dans les portions passant de 65°

à 70° sous 770^mm, on l'a caractérisé par l'analyse du précipité qu'il donne avec le nitrate d'argent alcoolique, et dans lequel on a trouvé 60,20 d'argent; pour $C^6H^9Ag.NO^3Ag$, il faut 60,17. Le précipité est assez soluble dans l'alcool.

PÉDOLOGIE. — *Détermination de la masse de carbone et d'eau constitutionnelle contenus dans les sols du globe terrestre.* Note [1] de M. V. **Agafonoff.**

Il y a quelques mois la revue russe *La Nature* a publié une nouvelle carte (éch. 1 : 40000000) des sols types du globe terrestre, composée par le pédologue russe C. Glinka. Ceci nous permit d'envisager cette étude.

Afin de pouvoir faire le calcul des surfaces de sols zonaux et des masses correspondantes de carbone et d'eau constitutionnelle, j'ai reproduit cette carte avec quelques petites corrections, à une plus grande échelle. Cette carte n'étant que schématique, par suite du manque de données suffisantes sur les frontières et sur la composition chimique de quelques types de sols, le résultat de ces calculs ne doit être considéré que comme une première approximation.

Les surfaces des différentes zones de sols ont été évaluées par la pesée des morceaux correspondants de la carte de Glinka, en considérant la surface totale des continents comme étant égale à 136 millions de kilomètres carrés. Pour obtenir le volume de ces types de sols il a fallu prendre les chiffres moyens de l'épaisseur du sol de chaque type et les chiffres moyens correspondants de l'analyse chimique. Nous avons pris la densité « apparente » du sol égale à 1,2 et la teneur en carbone considérée égale à 58 pour 100 de la quantité d'humus du sol-type correspondant.

Vu la connaissance très incomplète des sols des toundras, des sables désertiques et des déserts des régions tempérées et subtropicales, nous avons pris pour le calcul du carbone et de l'eau : dans la première zone (toundra) les chiffres correspondant aux podzols, comme étant les plus proches de ceux de toundra, et pour les deuxième et troisième zones, nous nous sommes basé sur l'hypothèse qu'elles contiennent ces matières qu'en quantités tellement insignifiantes que dans des calculs approximatifs on peut les négliger.

---

[1] Séance du 2 avril 1929.

Pour la surface des sols des zones verticales (sols des montagnes) j'ai pris seulement la surface de leur base et comme les chiffres moyens du carbone et de l'eau constitutionnelle, les chiffres correspondants des podzols.

Les sols zonaux.	Surface de la zone (en km²).	Carbone (en tonnes).	Eau de constitution (en tonnes).
Sols des toundras	20164000	73^6	314^6
Sols podzoliques	39102000	306^6	1326^6
Sols « bruns » (de Ramann) et jaunes	5074000	46^6	158^6
Tchernozioms	7904000	286^6	179^6
Sols châtains et bruns	6273000	80^6	135^6
Siérozioms	2592000	10^6	42^6
Sables des déserts steppiques	1124000	–	–
Sols rouges des déserts steppiques	7776000	33^6	46^6
Déserts des régions tempérées et subtropicales	14525000	–	–
Sols rouges de la région chaude tempérée (terra rossa)	489000	2^6	21^6
Sols latéritiques et latérites	19832000	126^6	15132^6
Sols des zones verticales (sols des montagnes)	11135000	87^6	377^6
	136000000	1049^6	17730^6

Nous voyons par ce tableau que le type zonal le plus développé est le podzol, ensuite viennent (en mettant les sols des toundras et les sols des montagnes comme très hétérogènes et mal étudiés) les sols latéritiques; le fameux tchernoziom ne tient que la quatrième place.

La somme globale de carbone contenue dans les sols du globe terrestre n'est que la 10^{-8} partie du carbone de toute écorce terrestre (10^{16}). L'énorme richesse en eau constitutionnelle des sols latéritiques fait que la quantité globale de cette eau est 17 fois plus grande que la quantité de carbone.

Il est évident que lorsque nous posséderons des analyses chimico-physiques complètes de tous les sols zonaux et que leurs frontières seront bien déterminées, il sera possible d'émettre des considérations géochimiques de la plus grande importance.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les courbes mensuelles des pluies à Madagascar.* Note [1] de M. **Henry Hubert.**

En utilisant les nombres publiés dans le *Bulletin économique de Madagascar*, j'ai pu dresser, pour plusieurs années, les cartes mensuelles des précipitations de ce pays. En dehors de renseignements très précis sur le rythme de la saison des pluies, ces cartes mettent en évidence les indications générales suivantes :

a. Pour un mois quelconque, il est toujours possible de dissocier la presque totalité des isohyètes tracées sur la carte et de les regrouper en deux systèmes de courbes (A et B) progressivement décroissantes de la côte vers l'intérieur. Le système A, permanent toute l'année, a son origine sur la côte Est et se trouve situé, sur celle-ci, entre Mananara et Manantenina. Le système B, qui s'observe seulement d'octobre à mai, a son origine sur la côte Nord-Ouest, avec, comme limites extrêmes, le cap d'Ambre et le cap Saint-André.

b. Chacun de ces deux systèmes s'étale (avec augmentation de valeur des courbes) aussi bien le long du littoral qu'en profondeur vers l'intérieur : d'août à janvier pour le système A, d'octobre à janvier pour le système B. Il y a au contraire contraction, avec diminution de valeur des courbes : de février à juillet (système A) et de février à mai (système B).

c. Les deux systèmes peuvent avoir leurs isohyètes les plus basses superposées dans la région centrale. Ils laissent par contre, de part et d'autre de la ligne qui joint grossièrement le centre de leurs zones maximales sur la côte, deux zones de moindres précipitations : le Nord-Est et le Sud de l'île.

d. Pour un même mois, quelle que soit l'année considérée, et en dépit de variations parfois considérables de la valeur absolue des précipitations pour des époques correspondantes, le dessin des systèmes d'isohyètes présente toujours la même allure générale : en se développant vers l'intérieur les courbes du système A restent très parallèles à la côte Est, tandis que celles du système B ont tendance à s'incurver d'abord vers le Sud, puis vers le Sud-Ouest. Cette quasi-permanence du dessin des isohyètes permet de tracer des gabarits généraux, comparables à ceux établis pour l'A. O. F. et susceptibles d'utilisation pratique [2].

---

(1) Séance du 2 avril 1929.

(2) H. Hubert, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 945 et 1125.

e. Cette quasi-permanence permet aussi d'esquisser une interprétation du mécanisme de la progression des précipitations dans l'intérieur. Pour la côte Nord-Ouest, cette progression apparaît comme fonction de l'intensité d'une mousson du Nord-Ouest dont le maximum d'activité, sur la côte, est aux environs de Nossi-Bé et qui se trouverait déviée vers le Sud et le Sud-Ouest (ou encore ne se conserverait très active que vers le Sud et le Sud-Ouest) par suite de l'obstacle matériel que constitue la région montagneuse du Tsaratanana. Le système des courbes de la côte Est semble sous la dépendance : 1° de la progression d'un alizé du Sud-Est qui, toute l'année apporterait des pluies sur la côte; 2° en hivernage, d'une mousson du Nord-Est, active seulement entre Mananara et Manantenina, et déviée plus ou moins vers l'Est.

f. L'extension des deux systèmes de courbes est limité vers l'intérieur par l'appauvrissement (rendu plus rapide par le relief) des moussons au fur et à mesure de leur progression.

Perpendiculairement à leur axe le développement des deux systèmes de courbes est limité : 1° pour le Sud de la colonie, par l'intensité de l'alizé du Sud-Ouest, vif, frais, pauvre en vapeur d'eau et peu sollicité à se dépouiller de celle-ci en raison de la faiblesse des courants ascendants, aussi bien sur les côtes méridionales de l'île qu'au cours de sa progression vers l'intérieur; 2° pour le Nord-Est de l'île, probablement par un régime particulier des vents qui s'oppose localement à l'extension de la mousson du Nord-Est vers l'intérieur.

La règle de la quasi-permanence du dessin des isohyètes ne s'applique pas aux deux zones de faibles précipitations de l'île.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles remarques sur l'appareil de Golgi : l'appareil de Golgi dans les Levures*. Note de M. **Guilliermond**, présentée par M. Molliard.

La question de la signification de l'appareil de Golgi, que nous avons été le premier à rapporter au vacuome, était toujours très controversée, surtout en ce qui concerne les cellules animales, et certains cytologistes soutiennent l'existence d'un appareil de Golgi, formation permanente de la cellule, indépendante à la fois du chondriome et du vacuome. Il nous a donc paru nécessaire d'apporter de nouvelles preuves en faveur de notre opinion

en nous appuyant sur les résultats obtenus dans notre précédente étude sur la coloration vitale ([1]).

Le matériel qui nous a servi est le même que nous avions utilisé pour l'étude de la coloration vitale des vacuoles (Levures et Champignons filamenteux). En plaçant des Levures quelconques dans un cristallisoir renfermant une solution très diluée de vert Janus et en les y laissant séjourner pendant une demi-heure environ, on peut ordinairement réaliser la coloration vitale du chondriome qui se présente sous la forme de longs chondriocontes onduleux et, par addition d'une trace de rouge neutre, on obtient la double coloration du vacuome et du chondriome. Ce chondriome est impossible à distinguer sans coloration, sauf dans le *Saccharomycodes Ludwigii* et le *Nematospora Coryli*, mais dans des conditions exceptionnelles seulement. Il n'est jamais visible sur fond noir. Par contre, dans l'*Oidium lactis*, on peut assez facilement distinguer, en lumière ordinaire, le chondriome constitué également par de longs chondriocontes et on arrive à obtenir, par le procédé que nous venons d'indiquer, la double coloration du chondriome et du vacuome.

Si l'on traite des cellules de Levures [*Saccharomyces Pastorianus* (*fig*. 1 à 6), *ellipsoïdeus* (*fig*. 8 à 10), *Nadsonia fulvescens*, *Saccharomycodes Ludwigii*, etc.] par les méthodes de Da Fano et de Golgi (imprégnation argentique), avec lesquelles on a découvert l'appareil de Golgi dans les cellules animales, on obtient d'une manière assez régulière l'imprégnation des corpuscules intravacuolaires (corpuscules métachromatiques) qui apparaissent en noir foncé et reproduisent exactement ce que l'on observe à l'aide des colorants vitaux (rouge neutre). Il y a précipitation, sous l'influence du fixateur, de la métachromatine contenue en solution colloïdale dans les vacuoles, puis dépôt d'argent sur les corpuscules résultant de cette précipitation. Les mêmes méthodes, appliquées aux Champignons filamenteux [*O. lactis*, *Ashbya Gossypii* (*fig*. 7), par exemple], fournissent des résultats plus inconstants parce que l'imprégnation est plus difficile, mais on obtient fréquemment de superbes préparations où les corpuscules métachromatiques apparaissent fortement noircis par l'argent dans l'intérieur des vacuoles. Les méthodes à imprégnations argentiques ont donc fourni exclusivement la coloration des précipités vacuolaires.

Les méthodes à imprégnations osmiques (méthode de Kolatchew, par exemple), que les zoologistes préfèrent actuellement aux précédentes parce

---

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 813.

qu'elles donnent des résultats plus constants, se sont montrées beaucoup plus irrégulières, mais nous ont fourni des résultats très instructifs. Dans les Champignons filamenteux (*O. lactis*), l'imprégnation s'effectue d'une manière tout à fait différente d'un filament à l'autre du même mycélium. Il y a des filaments où le chondriome apparaît seul fortement noirci; parfois il se présente avec son aspect typique (*fig.* 18, C.), mais, dans la plupart des cas, il est plus ou moins fortement altéré; les chondriocontes sont gonflés et



souvent pourvus de renflements pleins ou vésiculeux (*fig.* 15 à 17); parfois, par suite d'une altération plus intense, ils sont morcelés en grosses vésicules. On trouve tous les intermédiaires entre les diverses altérations dans un même filament. A côté de ces filaments, on en trouve où les corpuscules intravacuolaires sont en même temps noircis (*fig.* 12, 16 et 17, V). Enfin, dans la plupart des filaments, le noircissement ne porte que sur les corpuscules métachromatiques et l'on obtient alors des vacuoles remplies de corpuscules fortement noircis et tout à fait analogues à celles que fournissent les méthodes argentiques (*fig.* 11 et 14). Des résultats semblables

ont été obtenus dans les Levures (*S. Pastorianus*, *fig.* 19 à 22). Ainsi, à part des granulations graisseuses qui subsistent parfois, aucune autre formation n'est noircie, mais les méthodes à l'osmium, par l'irrégularité de leur action et le noircissement accompagné d'altération plus ou moins profonde qu'elles déterminent sur les éléments du chondriome, sont susceptibles de provoquer les plus graves erreurs.

Ces observations démontrent donc avec la plus grande évidence qu'il n'existe aucun appareil de Golgi indépendant du chondriome et du vacuome.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'hexaméthylènetétramine et l'aldéhyde formique sont réellement un aliment pour le Haricot.* Note de M. L. **Marrassé**, présentée par M. Molliard.

Il ressort des recherches de différents auteurs, notamment de celles de MM. E. et G. Nicolas [1] que l'hexaméthylènetétramine et l'aldéhyde formique sont, à faibles doses, un aliment pour les végétaux. Par des cultures en milieu minéral additionné de diverses doses de ces substances, ces deux auteurs ont montré qu'elles entraînaient une augmentation de poids frais et de poids sec, un plus grand développement des feuilles en surface (haricot et moutarde blanche) et une abondante formation d'amidon (haricot).

Pour vérifier ces résultats et lever les objections qui sont faites à la *méthode des cultures*, j'ai utilisé la *méthode cytophysiologique*, employée par différents auteurs, notamment par M. A. Mage, qui consiste à étudier les *variations plastidales* et les *variations nucléaires* des cellules mises en contact avec une solution de la substance à étudier.

Je me suis servi dans ce but d'embryons de haricots séparés de leurs cotylédons, privés de leur amidon par un séjour de 5 jours à l'obscurité à 24° et placés, après un nouveau séjour de 4 jours sur l'eau distillée à la même température, sur du buvard imprégné des solutions d'hexaméthylènetétramine ($0^g,1$ à $0^g,3$ par litre) ou d'aldéhyde formique ($0^g,16$ à $0^g,6$ par litre).

Les doses de $0^g,2$ pour l'hexaméthylènetétramine et de $0^g,16$ pour l'aldéhyde formique sont les plus favorables à la formation de l'amidon. Il est à remarquer que l'amylogénèse en présence de ces substances ne suit pas une

(1) E. et G. Nicolas, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 836-838, p. 1437-1439; **176**, 1923, p. 404-406; **177**, 1923, p. 1062-1064; **180**, 1925, p. 860-861.

marche inverse de l'amylolyse qui s'effectue sur l'eau distillée. Tandis qu'au cours de l'amylolyse, l'amidon disparaît de la périphérie vers le centre dans l'écorce de l'hypocotyle, et du centre vers la périphérie dans la moelle, l'endoderme conservant l'amidon le plus longtemps, pendant l'amylogénèse, l'apparition de l'amidon, au lieu de se produire, comme on pourrait le croire, d'abord dans l'endoderme, puis dans l'écorce et la moelle en suivant un ordre inverse de celui de l'amylolyse, se fait dans les régions de l'embryon directement en contact avec le papier buvard. D'autre part, les grains reformés sont plus petits que les grains normaux et présentent avec la solution iodo-iodurée des colorations allant du violet au jaune, peut-être dues, comme l'a supposé M. A. Maige, à la formation transitoire de dextrines.

Voici, en ce qui concerne les variations nucléaires, les résultats obtenus en prenant d'abord la moyenne des dimensions en μ de 20 noyaux de cellules d'embryons privés de leur amidon et laissés sur l'eau distillée pendant 4 jours, puis placés sur des solutions des deux substances :

	Noyaux.	Nucléoles.
Après 5 jours sur l'eau distillée (disparition de l'amidon)....	12,15	3,42
Après 9 jours sur l'eau distillée..........................	7,2-7,32	1,57-1,6
Après 4 jours sur l'hexaméthylènetétramine 0,1............	8,30	1,87
Après 4 jours sur l'hexaméthylènetétramine 0,2............	8,47	1,90
Après 3 jours sur l'hexaméthylènetétramine 0,3............	7,62	1,70
Après 4 jours sur aldéhyde formique 0,16.................	8,85	2,17
Après 3 jours sur aldéhyde formique 0,32.................	7,52	1,65
Après 3 jours sur aldéhyde formique 0,6..................	pas de variations sensibles	

Ces résultats permettent de conclure que l'hexaméthylènetétramine et l'aldéhyde formique, aux doses de 0,2 pour la première et de 0,16 pour 1000 pour la deuxième, sont bien des aliments pour les cellules du haricot. Ainsi se trouvent vérifiées les données récemment établies par MM. E. et G. Nicolas.

BIOGÉOGRAPHIE. — *La faune de la mer de Kara et ses conditions écologiques.* Note [1] de M. **I. D. Strelnikov**, présentée par M. F. Mesnil.

Les facteurs écologiques indiqués dans la Note précédente [2] déterminent les particularités suivantes de la faune de la mer de Kara.

1. La faune pélagique dépend de l'extension des eaux et des courants; on le voit surtout dans la faune pélagique superficielle. Le plankton de la mer de Kara est relativement pauvre. Cela s'explique, pour les couches superficielles, par les facteurs indiqués plus haut, surtout par la faible salure de l'eau, due aux eaux de l'Obi et de l'Ienissei qui se répandent à la surface de la majeure partie de la mer de Kara. Des formes aussi répandues dans les eaux septentrionales que *Cyanea artica*, *Beroe cucumis*, etc., font défaut dans ces eaux. Ces formes ne pénètrent dans la mer de Kara qu'avec les eaux atlantiques de la mer de Barents et se rencontrent uniquement dans ces dernières. Avec la branche nord du courant venant de la mer de Barents, on voit des formes telles que *Mertensia*, *Beroe cucumis*, *ceyanea artica*, pénétrer loin vers le Sud, en descendant le long du littoral de la Nouvelle-Zemble, jusque vers la baie du Bien-Être, découverte par l'expédition du *Taymyr* à 75°36′ N.

2. La faune littorale manque dans la mer de Kara. Le fait que l'eau gèle profondément près de la côte et le polissage opéré par les glaces flottantes rendent impossible l'existence d'une flore et d'une faune littorales. On ne les trouve, faiblement développées d'ailleurs, que dans les parties ouest des détroits de Iougor et de Kara. Dans la baie de Varnek, on a trouvé des Fucus littoraux, *Littorina rudis*, *Balanus balanoïdes*. Cette dernière espèce, fixée, n'a pas le temps, pendant la courte période de sa croissance, d'atteindre la taille normale. Les Nauplius de Balanes sont emportés par le courant de la mer de Barents vers l'anse de Baïdarata où l'on a trouvé (à 68°22′N et 68°41′E) des *Laminaria* avec de nombreuses Balanes jeunes. Ils s'accroissent pendant la période où les glaces sont absentes, et sont ensuite tués par celles-ci.

3. Un déplacement des zones se produit dans la mer de Kara, le détroit de Yougor et le détroit de Kara, à la limite des deux mers. Des formes littorales telles que le *Mytilus edulis*, habitent, dans le détroit de Kara, la

(1) Séance du 2 avril 1929.

(2) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 931.

zone sublittorale. De nombreuses formes d'eau profonde remontent vers la zone sublittorale.

4. En raison de son histoire paléogéographique et de ses conditions écologiques, la mer de Kara manque de beaucoup de formes habituelles dans les mers voisines. Pour beaucoup de ces formes, le détroit de Kara et le détroit de Yougor forment une limite; telles sont : *Pandalus borealis*, *P. annulicornis*, *Pagurus pubescens*, *Cucumaria frondosa*, etc. Nous avons constaté la pénétration dans la mer de Kara, en petites quantités, de *Mytilus edulis*, *Strongylocentrotus droebachensis*, *Hyas araneus*, *Pecten islandicus*, *Balanus*, *Flustra foliacea;* on les rencontre dans les régions de la mer de Kara avoisinant les détroits qui unissent celle-ci à la mer de Barents. La pénétration de certaines de ces espèces est due au transport des formes larvaires par les courants provenant de la mer de Barents. On observe en même temps un autre phénomène : la disparition de certaines formes de la faune de la mer de Kara, autrefois largement répandues, sous l'influence de la perte de salinité de l'eau sur de grandes étendues.

5. L'étude du benthos de la mer de Kara montre une richesse étonnante de la faune. Généralement une forme quelconque prédomine dans le matériel récolté, par exemple l'*Ophiocantha bidentata*, dont on trouve des centaines et des milliers d'exemplaires dans une seule pêche; une telle forme caractérise toute la pêche. On peut donc parler dans ce sens de formations animales et de biocœnoses de la mer de Kara. Ce trait de la distribution de la population animale avait déjà attiré l'attention de Stutberg (expédition de Nordenskjœld, 1876-1869). Pour caractériser la faune de la mer de Kara, il faut indiquer les espèces les plus répandues, typiques pour les diverses formations. La mer de Kara n'est pas profonde. Le fond est couvert de dépôts vaseux, mélangés de galets de grosseurs différentes. Ces galets ont été certainement apportés dans les diverses parties de la mer de Kara par des glaces flottantes d'origine continentale. Cette présence de pierres dans un fond vaseux crée des conditions favorables pour la biocœnose des Hydroïdes et un abondant développement des Bryozoaires qui constituent quelquefois des formations renfermant des *Reticulipora intricata*, diverses espèces de *Mucronella*, l'*Alcyonidium gelatinosum*. Je citerai comme exemple une station où une seule pêche a donné 35 espèces de Bryozoaires. Le fond vaseux est, aux différentes profondeurs, couvert de tubes du polychète *Spiochaetopterus typicus*. Les Échinodermes sont abondamment représentés. L'*Ophiocantha bidentata* est pêchée par centaines d'exemplaires, quelquefois même (dans les régions sud de la mer) par milliers,

constituant une formation typique. On voit, sur les fonds vaseux, des formations de : *Ophiopleura borealis*, *Pentaster tenuispinus*, *Ctenodiscus crispotus;* parmi les Crustacés, *Chiridothea sabinei;* parmi les Mollusques, *Pecten groenlandicus* (jusqu'à 1500 individus dans une seule pêche), *Arca glacialis* (jusqu'à 500 individus dans une seule pêche).

6. De nombreuses formes animales de la mer de Kara atteignent une taille supérieure aux mêmes espèces des mers voisines : le *Sclerocrangon ferox*, l'*Hippolyte gaimardi* de la mer de Kara sont plus gros que les mêmes espèces de la mer de Barents; le *Pecten groenlandicus* et le *P. rosxynsi* sont représentés par les variétés *major*.

Les résidus organiques apportés à la mer de Kara par ces énormes cours d'eaux, que sont l'Obi et le Iénissei, se déposent au fond et forment un terrain vaseux très riche en matières nutritives. Cela permet à la population animale d'atteindre un développement relativement puissant dans cette partie d'une mer arctique couverte de glaces pendant 9 à 10 mois.

RADIO-BIOLOGIE. — *Le rayonnement mitogénétique du muscle en contraction*. Note [1] de MM. **G. Frank** et **M. Popoff**, présentée par M. F. Mesnil.

Il a été montré par l'un de nous [2] qu'un effet mitogénétique prononcé a lieu au voisinage d'un muscle (le sartorien de grenouille), tant en état de tétanos que pendant des contractions isolées se succédant plusieurs fois à court délai. Le muscle au repos, examiné immédiatement après un tétanos, ne donne aucune trace d'induction mitogénétique [3].

La source énergétique la plus probable de rayonnement mitogénétique du muscle est la glycolyse, c'est-à-dire la décomposition du glycogène en acide lactique, qui a été démontrée d'une façon concluante par plusieurs auteurs (Meyerhof, Embden). Le pouvoir mitogénétique de cette réaction a pu être mis en évidence dans le laboratoire du professeur Gurwitsch sur d'autres objets. Pour vérifier cette assertion, un appareil spécial, construit dans ce but d'après le principe du phosphoroscope, nous a servi à isoler

---

(1) Séance du 2 avril 1929.

(2) L'un de nous (Frank) mentionné dans le travail de A. et L. Gurwitsch, *Biochemische Zeitschrift*, **196**, 1928, p. 269-270.

(3) W.-W. Siebert, *Biochemische Zeitschrift*, **202**, 1928, p. 115 et suiv.. et W.-W. Siebert, *Zeitschrift für klinische Medizin*, **109**, 1928, p. 360 et suiv.

pour l'induction les différentes phases d'une contraction musculaire. La glycolyse de contraction étant localisée, d'après les auteurs, dans le tout premier début du processus mécanique (contraction), on doit s'attendre à trouver l'effet mitogénétique à peu près dans le même laps de temps, d'une durée de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{100}$ de seconde à partir du moment de l'excitation du muscle.

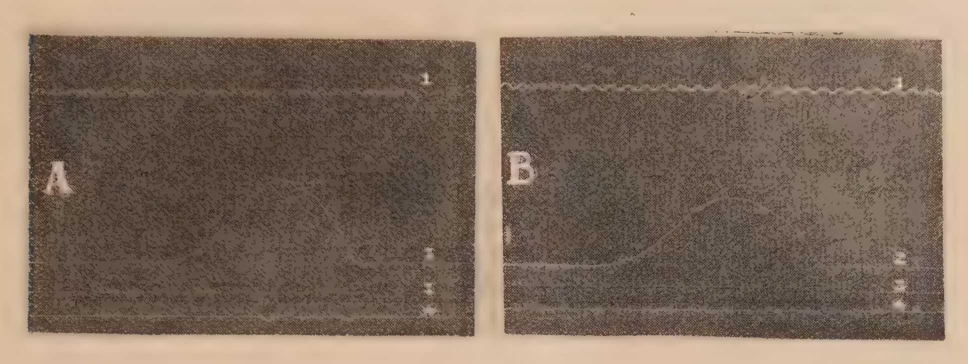


Fig. 1. Fig. 2.

Enregistrement graphique des expériences (à lire de droite à gauche) : 1, temps en $\frac{1}{100}$ de seconde; 2, myogramme du muscle; 3, signal du déclenchement de l'irritation faradique; 4, début et fin du passage de la fente du disque devant le muscle. — A, effet nul; B, effet positif.

Le principe de l'appareil est le suivant : un disque d'un diamètre de 40^{cm} monté sur un axe horizontal et pourvu d'une fente sectorielle qui peut être amincie à volonté, est mis en rotation régulière d'une période de deux secondes. Des deux côtés du disque, sont placés vis-à-vis l'un de l'autre le muscle et le détecteur de l'effet mitogénétique (levure sur agar). Des contacts, fixés au bord du disque, assurent le moment de l'ouverture du courant d'induction d'une bobine de Rumkhorff, qui provoque la contraction du muscle, et marquent le moment et la durée du passage de la fente du disque devant le muscle et la levure. La contraction du muscle, le moment de l'irritation, du passage de la fente, ainsi que le temps (en $\frac{1}{100}$ de seconde), sont enregistrés sur le tambour d'un kymographe (voir *fig.* 1 et 2). Il va sans dire qu'on examine l'effet de *plusieurs* contractions, se succédant à des intervalles de deux secondes. 150-200 *contractions* nous ont fourni l'effet attendu.

En débutant par une division sommaire de la contraction en deux moitiés (la contraction proprement dite et le relâchement), nous nous sommes persuadés que l'effet mitogénétique n'a lieu que pendant la contraction. En détaillant cette dernière (y compris la période d'irritation latente), nous avons pu prouver que l'*effet mitogénétique n'a lieu que pendant le court délai*

de $\frac{1}{100}$ de seconde, correspondant à la période d'irritation latente. Deux de nos expériences sont reproduites ici à titre d'exemples. Les chiffres indiquent les nombres de bourgeons sur 100 cellules de levures.

A. — *Sartorien isolé.*

	Culture témoin.	Stade d'excitation latente.	Période de contraction proprement dite.
	16	21	15
	19	26	15
	13	24	14
	15	19	17
	16	27	19
	19	21	16
	14	18	15
	15	24	17
	18	26	17
	16	25	16
Moyennes :	16,1	23,1	16,1

Soit, pour l'effet d'induction : 43 °/₀ en plus

B. — *Sartorien de grenouille vivante* in situ.

	Culture témoin.	Stade d'excitation latente.	Culture témoin.	Stade de contraction.
	15	18	18	18
	16	24	17	16
	13	20	18	17
	15	19	15	15
	18	23	20	19
	13	20	17	16
	19	21	19	19
	12	21	16	15
	15	22	17	15
	14	20	17	18
Moyennes :	15	20,8	17,4	16,8

Soit 38 °/₀ en plus — Soit 3,5 °/₀ en moins

Pour s'assurer de la régularité de la contraction musculaire pendant toute la durée de l'expérience, l'enregistrement graphique a été pris au début et à la fin de chaque expérience. Il se trouvait toujours que le passage de la fente coïncidait avec la période de la contraction, choisie pour l'expérience.

Conclusion : le rayonnement mitogénétique ne peut être autre que le produit de la glycolyse explosive, qui a, selon les auteurs, lieu précisément à la période d'irritation latente et au tout premier début de la contraction.

PROTISTOLOGIE. — *Présence de l'Ornithodore du Maroc dans les terriers de porcs-épics et de renards et dans les habitations humaines. Son existence au Maroc oriental. Fréquence d'un spirochète récurrent chez les Ornithodores des terriers*. Note de M. **P. Delanoë**, présentée par M. F. Mesnil.

C. Nicolle et C. Anderson ont les premiers [1] émis l'hypothèse que l'Ornithodore du Maroc pouvait ne pas être un hôte exclusif du porc. « Nous pensons, disent-ils, que bien au contraire l'Ornithodore marocain est un hôte primitif des terriers.... »

Nous avons reconnu en effet qu'il est un hôte presque constant des terriers de porcs-épics. Sur 21 de ces terriers, 2 seulement ne contenaient pas d'Ornithodores. Une seule fois, à côté de l'*Orn. marocanus*, qui était la minorité, nous avons rencontré un Ornithodore nouveau que M. le professeur Roubaud étudie. Les autres fois, l'Ornithodore du Maroc était seul.

Les gîtes de renard eux aussi sont fréquemment contaminés par l'Ornithodore du Maroc. Sur 9 de ces gîtes, 6 contenaient des Ornithodores. Deux de ces gîtes renfermaient non seulement l'Ornithodore du Maroc, mais de rares exemplaires de l'Ornithodore nouveau dont nous venons de parler. On y trouve également des puces comme dans les terriers de porcs-épics. Je dois enfin mentionner la présence d'une nymphe de réduvide, toute gorgée de sang frais, que j'ai rencontrée dans un terrier.

La découverte de l'Ornithodore dans les terriers d'animaux sauvages offre un intérêt particulier du fait que nombre de ces terriers se trouvent dans des endroits où l'élevage du porc n'a jamais eu lieu. L'indépendance mutuelle de l'Ornithodore et du porc se trouve donc de la sorte définitivement établie.

L'Ornithodore du Maroc peut aussi vivre normalement aux dépens de l'homme, en ayant son sang pour habituelle nourriture. C'est là un fait nouveau, car jusqu'ici on s'était contenté de signaler que l'Ornithodore du Maroc pouvait occasionnellement piquer l'homme.

A Douar Korléa, j'ai trouvé facilement des Ornithodores dans une case

(1) *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 17, 1928, II, p. 83-107.

sous les nattes où reposent les indigènes, ainsi qu'à l'école indigène, en grattant la terre meuble. Les habitants de Douar Korléa étaient unanimes à me déclarer que toutes les noallas sont infestées d'Ornithodores et que les piqûres de ces insectes ne les rendent pas malades et n'ont d'autre inconvénient que de déterminer du prurit violent d'une durée de plusieurs jours. De fait 68 Ornithodores (61 nymphes et 7 adultes) recueillis dans ce douar, mis à piquer sur un cobaye, ne l'ont pas infecté. Comme depuis plusieurs lustres on élève des porcs aux abords immédiats de Douar Korléa, il est logique de penser que ce sont les Ornithodores des porcheries qui ont fini, faute de précautions, par infester le douar lui-même. Il y a donc intérêt à éloigner le plus possible les porcheries des demeures des Indigènes. J'étais déjà arrivé à cette conclusion quand j'ai étudié l'extraordinaire pullulation de la puce de l'homme chez le porc [1].

Les Ornithodores des terriers de porcs-épics et de renards sont fréquemment infectés par un spirochète récurrent. Mis à piquer sur des cobayes, ils déclenchent chez eux une fièvre récurrente, typique par les variations du nombre des spirochètes dans le sang et par l'ascension thermique qui accompagne toujours l'invasion de la grande circulation par les spirochètes.

Les Ornithodores de 18 terriers de porcs-épics sur 19 ont été utilisés pour des essais de transmission de spirochètes au cobaye. *Neuf fois ces essais ont été couronnés de succès.*

Sur 6 terriers de renards avec Ornithodores, 3 *contenaient des Ornithodores infectants à spirochètes.* Encore faut-il faire remarquer que la proportion aurait été plus élevée si tous les terriers avaient pu être convenablement explorés. Or, l'entrée de certains terriers était tellement exiguë que l'on pouvait à peine y passer la main.

A la grande fréquence du spirochète récurrent parmi les Ornithodores des terriers s'oppose sa rareté chez les Ornithodores des porcheries. Ainsi sur 14 porcheries réparties dans le Sahel des Doukkala, c'est-à-dire la zone côtière qui s'étend du rivage à une trentaine de kilomètres en profondeur, renfermant toutes des Ornithodores, une seule contenait des Ornithodores infectants. Cette rareté de contamination des Ornithodores des porcheries par le spirochète est d'autant plus étonnante que les gîtes de porcs-épics, renfermant cependant des Ornithodores infectants (2 Ornithodores sur 5 ont été capables de transmettre au cochon d'Inde une infection typique), sont souvent placés à quelques centaines de mètres à peine de ces porcheries. Ces

---

[1] *Bull. Soc. Path. exotique*, 18, 1925, p. 190-198.

faits nous amènent à penser que les Ornithodores des porcheries ne deviennent infectants que par l'intermédiaire des Ornithodores des terriers et que, dans la nature, la dissémination des Ornithodores à spirochètes hors des terriers ne se fait pas aussi facilement qu'on aurait été tenté de le supposer.

La rareté du spirochète récurrent chez les Ornithodores des porcheries explique que les indigènes de ces porcheries ne sont que très rarement atteints de fièvre à spirochètes. C'est le résultat que m'avait donné mon enquête de 1922 auprès du personnel des porcheries, quand je m'occupai pour la première fois de l'Ornithodore du Maroc.

La grande sensibilité du cobaye au spirochète des terriers laisse évidemment supposer qu'il est identique à celui que C. Nicolle et C. Anderson (1) ont trouvé dans une porcherie abandonnée de la Chaouia, sinon très voisin : *Sp. hispanicum* var. *marocanum*.

Enfin j'ai pu, grâce à M. Couraud, établir la présence de l'Ornithodore dans diverses porcheries du Maroc oriental. Cette tique est donc à rechercher dans les terriers non seulement du Maroc oriental, mais encore de l'Oranie et de toute l'Algérie.

La séance est levée à 15h50m.

E. P.

(1) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 991.

ERRATA.

(Séance du 11 mars 1929.)

Note de M. *G. Athanasiu*, Inversion de l'effet photovoltaïque par les ions OH^- et H^+ :

Page 786, ligne 18, *au lieu de* variations, *lire* radiations.

Page 787, ligne 12, *au lieu de* AgS, *lire* Ag^2S; ligne 15, *au lieu de* Rigollet, *lire* Rigollot.

Page 788, ligne 16, *au lieu de* aussi, *lire* ainsi.